



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL PARAMETER
KUALITAS PERAIRAN DARAT MENGGUNAKAN DATA
SENTINEL-2A**

(Studi Kasus: Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan)

ROSSITA YULI RATNANINGSIH
NRP 3513 100 037

Dosen Pembimbing
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATED THESIS - RG 141536

SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF WATER QUALITY
PARAMETER USING SENTINEL-2A DATA
(Case Study: Lake Matano and Towuti, South Sulawesi)

ROSSITA YULI RATNANINGSIH
NRP 3513 100 037

Supervisor
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL
PARAMETER KUALITAS PERAIRAN DARAT
MENGUNAKAN DATA SENTINEL-2A
(Studi Kasus: Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan)

Nama : Rossita Yuli Ratnaningsih
NRP : 3513100037
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Danau sangat penting bagi kehidupan manusia dilihat dari segi ekologi dan hidrologi, sebagai sumber air tawar, ekosistem kehidupan akuatik dan sistem kontrol terhadap iklim mikro setempat. Danau Matano dan Towuti di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan dua dari 15 danau prioritas di Indonesia yang perlu dilestarikan. Untuk keperluan pelestarian, pemantauan kualitas air secara rutin dari satelit sangat dibutuhkan. Saat ini, telah banyak citra satelit yang bisa digunakan untuk mendapatkan parameter kualitas air seperti TSS, Chl-a dan CDOM. Dalam penelitian ini, telah memanfaatkan citra satelit optik resolusi medium untuk mendapatkan informasi lebih detail dari perairan danau dan telah memproses data penginderaan jauh yang direkam dengan sensor Sentinel 2 untuk mendapatkan parameter kualitas air dimaksud. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas air di Danau Matano dan Towuti dalam kondisi sehat dengan TSS, Chl-a dan CDOM berkisar antara 0 - 60 mg/L, 0 -2,3 $\mu\text{g/L}$ dan 0,355 - 0,970 m^{-1} .

Kata Kunci : TSS, Chl-a, CDOM, kualitas air

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF WATER
QUALITY PARAMETER USING SENTINEL-2A DATA
(Case Study: Lake Matano and Towuti, South Sulawesi)**

Name : Rossita Yuli Ratnaningsih
NRP : 3513 100 037
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Lakes are very important for human life in term of ecology and hydrology as the sources of fresh water, ecosystem of aquatic life and control system to the local micro climate. Lake Matano and Towuti in South Sulawesi Province are two of 15 priority lakes in Indonesia that need to be preserved from degradation. For preservation purposes, a routine water quality monitoring from satellite is needed. Currently, there are many satellite images that can be used for extracting water quality parameters such as TSS, Chl-a and CDOM. In this research, we implemented the use of medium resolution optical satellite image to extract more detail information from lake waters. We have processed remotely sensed data acquired by Sentinel 2 sensor to obtain these water quality parameters. The result showed that water quality in Lake Matano and Towuti were in healthy condition with TSS, Chl-a and CDOM ranged from 0 - 60 g/m³, 0-2.3 mg/m³ and -0,355 -0.170 m⁻¹, respectively.

Keywords : TSS, Chl-a, CDOM, water quality

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL PARAMETER KUALITAS PERAIRAN DARAT MENGUNAKAN DATA SENTINEL-2A (Studi Kasus: Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**ROSSITA YULI RATNANINGSIH
NRP. 3513 100 037**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Lalu Muhamad Jaclani, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19801221 200312 1 001**



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat iman dan kesehatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) yang berjudul “**Analisis Distribusi Spasial Dan Temporal Parameter Kualitas Perairan Darat Menggunakan Data Sentinel-2A (Studi Kasus : Danau Matano Dan Towuti, Sulawesi Selatan)**” dengan lancar. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah yang telah menuntun kami dari kebodohan menuju kecemerlangan berpikir Islam.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir. Dalam kesempatan ini penulis berterimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan adik tercinta yang telah memberikan doa dan dukungannya selama pengerjaan tugas akhir.
2. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D atas seluruh bimbingan dan arahan serta kesabarannya dalam mendidik saya.
3. Bapak Mochamad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
4. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Geomatika ITS yang turut membantu dalam memudahkan dan melancarkan segala aktifitas di kampus perjuangan ini.
5. Sahabat-sahabat saya seperjuangan dakwah di kampus, terima kasih atas ukhuwah, motivasi dan doanya. Sahabat-sahabat saya sekontrakan, yang selalu ada untuk membantu. Tim *Super Nine* antara lain Nisa, Lia, Dila, Jayed dan Bob. Terima kasih telah menjadi tim yang solid dan selalu ada dalam suka dan duka. Dan juga teman-teman seperjuangan Geomatika ITS khususnya angkatan 2013.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pembuatan laporan, sehingga kritik dan saran akan sangat

diperlukan untuk perbaikan kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017
Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ix |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | |
| 2.1 Perairan Darat..... | 5 |
| 2.1.1 Macam-macam Perairan Darat..... | 5 |
| 2.2 Ekosistem Danau..... | 6 |
| 2.3 Danau Towuti dan Matano | 7 |
| 2.4 Parameter Kualitas Perairan Darat | 9 |
| 2.2.1 Tota Suspended Solid (TSS)..... | 9 |
| 2.2.2 Chlorophil-a (Chl-a) | 10 |

| | | |
|---|--|----|
| 2.2.3 | Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) | 11 |
| 2.5 | Sentinel-2A | 12 |
| 2.6 | Koreksi Citra | 13 |
| 2.7 | Algoritma yang Digunakan | 14 |
| 2.8 | Penelitian Terdahulu..... | 16 |
| 2.6.1 | Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan..... | 16 |
| 2.6.2 | Estimation of TSS and Chl - a Concentration from Landsat 8 - OLI : The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm | 17 |
| 2.6.3 | Algorithm development and validation for satellite-derived distributions of DOC and CDOM in the US Middle Atlantic Bight | 17 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | |
| 3.1 | Lokasi Penelitian | 19 |
| 3.2 | Data dan Peralatan | 20 |
| 3.2.1 | Data..... | 20 |
| 3.2.2 | Peralatan | 21 |
| 3.3 | Metodologi Pekerjaan..... | 21 |
| 3.3.1 | Tahap Pelaksanaan..... | 21 |
| 3.3.2 | Tahap Pengolahan..... | 24 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | |
| 4.1 | Hasil Pengolahan Data Sentinel-2A | 29 |
| 4.2.1 | Koreksi Atmosfer..... | 29 |
| 4.2.2 | Hasil Ekstraksi TSS | 29 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 4.2.3 | Hasil Ekstraksi <i>Chl-a</i> | 33 |
| 4.2.4 | Hasil Ekstraksi CDOM | 38 |
| 4.2. | Hasil Pengolahan Landsat 8 | 41 |
| 4.2.1 | Koreksi Atmosfer | 41 |
| 4.2.5 | Hasil Ekstraksi Parameter Kualitas Air | 42 |
| 4.3. | Uji Korelasi Sentinel 2 dan Landsat 8 | 42 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 45 |
| 5.1 | Kesimpulan | 45 |
| 5.2 | Saran | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 47 |
| LAMPIRAN | | |
| BIODATA PENULIS | | |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Danau Matano..... | 9 |
| Gambar 2.2 | Ilustrasi Sensor Sentinel-2A | 13 |
| Gambar 3.1 | Lokasi Penelitian | 19 |
| Gambar 3.2 | Flowchart Pengerjaan | 22 |
| Gambar 3.3 | Diagram Alir Proses Pengolahan Data | 25 |
| Gambar 4.1 | Grafik Konsentrasi TSS di Danau Matano | 32 |
| Gambar 4.2 | Grafik Konsentrasi TSS di Danau Towuti | 33 |
| Gambar 4.3 | Grafik Konsentrasi Chl-a di Danau Matano | 36 |
| Gambar 4.4 | Grafik Konsentrasi Chl-a di Danau Towuti | 37 |
| Gambar 4.5 | Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Matano | 40 |
| Gambar 4.6 | Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Towuti | 41 |
| Gambar 4.7 | Grafik Korelasi TSS Citra Landsat 8 dan Sentinel 2 | 43 |
| Gambar 4.8 | Grafik Korelasi Chl-a Citra Landsat 8 dan Sentinel 2 | 44 |
| Gambar 4.9 | Grafik Korelasi CDOM Citra Landsat 8 dan Sentinel 2 | 44 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Panjang Gelombang Sentinel-2A..... | 13 |
| Tabel 4.1 | Nilai $Rrs(\lambda)$ Sentinel- 2A | 29 |
| Tabel 4.2 | Hasil Ekstraksi TSS di Danau Matano Bulan November 2015 – April 2017 | 30 |
| Tabel 4.3 | Hasil Ekstraksi TSS di Danau Towuti Bulan November 2015 – April 2017 | 31 |
| Tabel 4.4 | Kesesuaian Perairan untuk Kepentingan Perikanan berdasarkan Nilai TSS | 32 |
| Tabel 4.5 | Kriteria Klasifikasi Status Trofik untuk Perairan Danau dan Waduk..... | 34 |
| Tabel 4.6 | Hasil Ekstraksi Chl-a di Danau Matano Bulan November 2015 – April 2017 | 34 |
| Tabel 4.7 | Hasil Ekstraksi Chl-a di Danau Towuti Bulan November 2015 – April 2017 | 35 |
| Tabel 4.8 | Hasil Ekstraksi CDOM di Danau Matano Bulan November 2015 – April 2017 | 38 |
| Tabel 4.9 | Hasil Ekstraksi CDOM di Danau Towuti Bulan November 2015 – April 2017 | 39 |
| Tabel 4.10 | Daftar Koefisien X_a , X_b , X_c | 41 |
| Tabel 4.11 | Nilai $Rrs(\lambda)$ Landsat 8..... | 42 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Sebaran Nilai Parameter Kualitas Perairan Darat Menggunakan Data Sentinel 2
- Lampiran 2** Data Sebaran Nilai Parameter Kualitas Perairan Darat Menggunakan Data Landsat 8 (8 Desember 2016)
- Lampiran 3** Metadata Citra
- Lampiran 4** Peta Sebaran TSS Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan
- Lampiran 5** Peta Sebaran Chl-A Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan
- Lampiran 6** Peta Sebaran CDOM Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Danau atau waduk adalah genangan air dalam suatu cekungan permukaan tanah yang terbentuk secara alami maupun buatan yang airnya bersumber dari air permukaan dan atau air tanah. Kuantitas dan kualitas air danau/waduk berhubungan dengan tata air dan drainase wilayah serta dipengaruhi oleh tipe pemanfaatan badan air danau/waduk dan pemanfaatan lahan di dalam wilayah tangkapannya. Fungsi ekosistem danau/waduk akan mengalami penurunan apabila terjadi kerusakan di wilayah perairan maupun di daerah tangkapan airnya (DTA). Ekosistem danau/waduk memiliki peranan penting dalam menjamin kualitas dan kuantitas ketersediaan air tawar, serta fungsi danau/waduk lainnya diantaranya sebagai habitat kehidupan liar, peluang pengembangan ekonomi lokal, nilai estetika, religi dan tradisi (KLH, 2010).

Namun, status kondisi danau akhir-akhir ini sudah sangat memprihatinkan. Pada saat ini fungsi dan manfaat danau dirasakan sudah semakin berkurang. Fenomena ini disebabkan oleh terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan perairan danau serta koordinasi antar sektoral dalam pengelolaannya yang sangat lemah atau hampir tidak ada sama sekali (Sumarwoto, 2004).

Untuk melakukan penyelamatan danau di Indonesia, pemerintah telah mengadakan Konferensi Nasional Danau Indonesia I dan II (KNDI) Tahun 2009 dan 2014. Konferensi tersebut menghasilkan kesepakatan 15 danau prioritas di Indonesia yaitu: Danau Toba, Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Kerinci, Danau Tondano, Danau Limboto, Danau Poso, Danau Tempe, Danau Matano,

Danau Mahakam (Semayang, Jempang, Melintang), Danau Sentarum, Danau Sentani, Rawa Danau, Danau Batur, dan Danau Rawa Pening.

Penyelamatan danau tersebut ditujukan untuk memulihkan, melestarikan dan mempertahankan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya melalui 7 program yaitu: (1) pengelolaan ekosistem danau; (2) pemanfaatan sumber daya air danau; (3) pengembangan sistem monitoring, evaluasi dan informasi danau; (4) penyiapan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau; (5) pengembangan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi; (6) peningkatan peran masyarakat; dan (7) pendanaan berkelanjutan (Suwanto, 2011).

Danau Matano terletak di Provinsi Sulawesi Selatan tepatnya di wilayah Kabupaten Luwu Timur. Danau Matano memiliki kedalaman 595 m atau letak dasar dananya berada pada 203 m di bawah permukaan laut. Luas Danau Matano 16.408 hektar dengan sumbu memanjang 28 km pada arah timur barat (LIPI, 2011). Selain Danau Matano yang dikenal sebagai danau terdalam kedelapan di dunia dan danau terdalam di Asia Tenggara, terdapat juga Danau Towuti yang bersebelahan dengan luas 56.108 hektar (danau terluas kedua di Indonesia) dengan kedalamannya sekitar 200 meter. Keduanya merupakan ekosistem air tawar yang mengalir ke Sungai Larona dan Malili.

Untuk menyelamatkan kondisi ekosistem danau akibat degradasi yang semakin berat, dilakukanlah pemantauan kualitas air danau secara teratur seperti *chlorophyll-a* (*chl-a*), *colored dissolved organic matter* (CDOM), *Secchi disk depth* (SDD), kekeruhan, total sedimen tersuspensi (TSS), Suhu air (WT), total fosfor (TP), salinitas permukaan laut (SSS), oksigen terlarut (DO),

biochemical oxygen demand (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD). Menjadi kebutuhan mendesak dengan mempertimbangkan aspek heterogenitas air danau, baik secara spasial dan temporal. Teknologi penginderaan jauh yang telah mengalami perkembangan pesat memiliki peran penting dalam mendukung dan menutupi kekurangan teknik pengambilan sampling secara konvensional.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau kualitas air (yaitu TSS, Chl-*a* dan CDOM) Danau Matano dan Towuti dengan aspek spasial dan temporal dengan menggunakan data Sentinel-2A. Sentinel-2A dipilih karena memiliki resolusi spasial 10 meter untuk kanal Green, Red, Blue dan NIR. Sedangkan Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 meter untuk kanal tersebut. Sehingga untuk interpretasi citra yang dihasilkan lebih baik Sentinel-2A daripada Landsat 8. Kemudian untuk bandwidth kedua citra tersebut hampir sama sehingga algoritma pemodelan dari Landsat 8 sendiri kemungkinan dapat diaplikasikan pada ekstraksi nilai parameter kualitas air dengan data Sentinel-2A.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana perubahan sebaran spasial dan temporal parameter kualitas perairan darat pada Danau Towuti dan Matano menggunakan data citra Sentinel-2A?
- b. Bagaimanakah korelasi konsentrasi TSS, Chl-*a*, dan CDOM dari data Sentinel-2A dan Landsat 8.?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah penelitian ini meliputi Danau Towuti dan Matano yang berada di Kecamatan Towuti dan Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.
- b. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Sentinel-2A. Untuk validasi menggunakan data Landsat 8.
- c. Penelitian ini memberikan informasi perubahan kualitas perairan darat danau dengan parameter *Total Suspended Solid* (TSS), *Color Dissolved Organic Matter* (CDOM), dan *Chl-a* pada citra Sentinel-2A.
- d. Penelitian ini membandingkan sebaran TSS, CDOM, dan *Chl-a* pada citra Sentinel-2A dan Landsat 8 dengan algoritma Landsat 8 dan MODIS.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk memonitoring kualitas perairan darat di Danau Matano dan Towuti secara spasial dan temporal dari pengolahan data citra Sentinel-2A.
- b. Untuk mengetahui hasil korelasi konsentrasi TSS, *Chl-a*, dan CDOM dari data Sentinel-2A dan Landsat 8.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan solusi kepada pemerintah untuk melaksanakan salah satu program penyelamatan danau yaitu pengembangan sistem monitoring kondisi danau dengan model pendekatan penginderaan jauh.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Perairan Darat

Perairan darat adalah semua bentuk air yang terdapat di daratan. Air dapat berupa benda cair atau benda padat (es dan salju). Adapun dari keduanya yang banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah yang berbentuk benda cair yaitu air. Meliputi di antaranya air permukaan, air tanah, sungai, danau, dan sebagian air rawa (Hartono, 2007).

Air di daratan sebagian besar berasal dari curah hujan. Air hujan ini sebagian meresap ke dalam tanah, ada yang mengalir pada permukaan tanah melalui sungai kemudian terus ke laut. Ada juga yang mengalir ke danau atau ke rawa-rawa, sebagian ada yang menguap langsung atau melalui tumbuh-tumbuhan atau binatang-binatang. Kesemuanya akan mengalir kembali ke laut. Dari laut airnya akan menguap dan akhirnya menjadi hujan, kemudian menuju ke daratan lagi. Proses inilah yang dinamakan siklus air.

Perbandingan antara banyaknya air yang meresap dan mengalir di permukaan, bergantung pada berbagai faktor sebagai berikut:

- a. Jumlah curah hujan yang jatuh.
- b. Kekuatan jatuhnya butiran air hujan di permukaan bumi.
- c. Lamanya curah hujan.
- d. Penutupan vegetasi di permukaan bumi.
- e. Derajat permeabilitas (meloloskan air) dan struktur bumi.
- f. Kemiringan topografi.

2.1.1. Macam-macam Perairan Darat

a. Air Tanah (*Ground Water*)

Air tanah adalah massa air yang ada di bawah permukaan tanah. Air tanah pada litosfer kurang dari 0,62 % dari seluruh air yang ada di bumi.

b. Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi yang karena sifatnya menjadi tempat air mengalir. Sifat yang dimaksud adalah bagian permukaan bumi yang paling rendah jika dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Volume air tanah yang ada di berbagai tempat tidak sama, bergantung kepada persyaratan yang menunjang proses peresapannya.

c. Danau

Danau adalah massa air yang berada di suatu cekungan (ledok/basin) yang terdapat di daratan.

d. Rawa

Rawa (swamp/marsh) adalah tanah basah yang selalu digenangi air secara alami karena sistem drainase (pelepasan air) yang jelek atau letaknya lebih rendah dari daerah sekelilingnya.

2.2 **Ekosistem Danau**

Di dalam ekosistem perairan danau terdapat faktor-faktor abiotik dan biotik (produsen, konsumen dan pengurai) yang membentuk suatu hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi. Perairan danau merupakan salah satu bentuk ekosistem air tawar yang ada di permukaan bumi. Secara fisik, danau merupakan suatu tempat yang luas, mempunyai air yang tetap, jernih atau beragam dengan aliran tertentu dan keberadaan tumbuhan air terbatas hanya pada daerah pinggir saja (Barus, 2004). Danau yang berasal dari bencana alam, dalam zaman es atau periode aktivitas tektonik dan vulkanik yang intensif, mencerminkan distribusi yang terlokasi pada lembah di atas daratan (Odum, 1996).

Pada dasarnya proses terjadinya danau dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu: danau alami dan danau buatan. Danau alami merupakan danau yang terbentuk sebagai akibat dari kegiatan alamiah, misalnya bencana alam, kegiatan vulkanik dan kegiatan tektonik. Sedangkan danau buatan adalah danau yang dibentuk

dengan sengaja oleh kegiatan manusia dengan tujuan-tujuan tertentu (Odum, 1996).

Berdasarkan kandungan hara (tingkat kesuburan), danau diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu : (1) danau oligotrofik, (2) danau mesotrofik dan (3) danau eutrofik. Danau eutrofik merupakan danau yang memiliki kadar hara tinggi, memiliki perairan dangkal, tumbuhan litoral melimpah, kepadatan plankton lebih tinggi, sering terjadi blooming alga dengan tingkat penetrasi cahaya matahari umumnya rendah (Goldman dan Horne, 1989 dalam Marganof, 2007). Sementara itu, danau oligotrofik adalah danau dengan kadar hara rendah, biasanya memiliki perairan yang dalam. Semakin dalam danau tersebut semakin tidak subur, tumbuhan litoral jarang dan kepadatan plankton rendah, tetapi jumlah spesiesnya tinggi. Danau Mesotrofik merupakan danau dengan kadar nutrisi sedang, juga merupakan peralihan antara kedua sifat danau eutrofik dan danau oligotrofik. (Odum, 1996, Browne et al, 2004).

2.3 Danau Towuti dan Matano

Pada Konferensi Nasional Danau Indonesia I (KNDI I) Tahun 2009 telah menghasilkan Kesepakatan Bali tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan yang ditandatangani oleh sembilan (9) Menteri terkait yaitu Menteri Negara Lingkungan Hidup, Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan, Menteri Kelautan dan Perikanan, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Menteri Kebudayaan dan Pariwisata serta Menteri Negara Riset dan Teknologi. Kesepakatan tersebut dideklarasikan atas keprihatinan kondisi ekosistem danau di Indonesia yang semakin terancam akibat kerusakan dan pencemaran lingkungan pada daerah tangkapan air (DTA) hingga perairan dananya. Oleh karena itu arah kebijakan penyelamatan danau pada periode 2010 hingga 2014 diprioritaskan 15 danau di Indonesia yaitu: Danau Toba, Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Kerinci, Danau Tondano, Danau

Limboto, Danau Poso, Danau Tempe, Danau Matano, Danau Mahakam (Semayang, Jempang, Melintang), Danau Sentarum, Danau Sentani, Rawa Danau, Danau Batur, dan Danau Rawa Pening.

Penyelamatan danau tersebut ditujukan untuk memulihkan, melestarikan dan mempertahankan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya melalui 7 program yaitu: (1) pengelolaan ekosistem danau; (2) pemanfaatan sumber daya air danau; (3) pengembangan sistem monitoring, evaluasi dan informasi danau; (4) penyiapan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau; (5) pengembangan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi; (6) peningkatan peran masyarakat; dan (7) pendanaan berkelanjutan (Suwanto, 2011).

Danau Towuti merupakan salah satu danau oligotrofik yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Danau ini merupakan danau terbesar kedua di Indonesia yang terletak pada ketinggian 293 m dpl dengan Luas 561,1 km² dan kedalaman maksimum 203 m. Danau ini adalah danau yang terluas diantara kelima danau yang terdapat di Kompleks Malili dan merupakan danau kedua terluas di Indonesia setelah Danau Toba. Sumber air danau Towuti berasal dari 26 sungai sebagai inlet danau dan dikelilingi oleh hutan. Air dari Danau Towuti mengalir melalui Sungai Larona dan bermuara ke Teluk Bone (Nasution, 2004). Habitat pantai memiliki karakter kedalaman relative dangkal, *subtract* berpasir atau berlumpur, ada-tidak ada tanaman air. Sedangkan habitat pulau memiliki karakter pantai yang lebih dalam, *subtract* berpasir dan bebatuan/cadas, tidak terdapat tanaman air. Perairan Danau Towuti dimanfaatkan untuk air minum, PLTA taman wisata, perikanan, transportasi dan perairan umum.

Danau Matano merupakan salah satu dari lima danau yang terdapat di dalam “Kompleks Danau Malili” yaitu:

Matano, Mahalona, Towuti, Masapi dan Wawantoa. Secara geografis Danau Matano terletak pada koordinat: $2^{\circ}29'16''\text{S}$ $121^{\circ}21'07''\text{E}$ yang berada di dalam wilayah Kabupaten Luwu Timur, Propinsi Sulawesi Selatan. Danau Matano merupakan sebuah danau tektonik purba yang terbentuk dari aktifitas pergerakan lempeng kerak bumi pada akhir masa Pliosen sekitar 2-4 juta tahun yang lalu (Haffner et al, 2001) dan posisi danau tepat berada di atas zona patahan/sesar aktif yang disebut “patahan matano”.



Gambar 2.1 Danau Matano

Sumber: *Kementerian Lingkungan Hidup, 2014*

2.4 **Parameter Kualitas Perairan Darat**

2.2.1 **Tota Suspended Solid (TSS)**

Total padatan tersuspensi (TSS) mencakup semua partikel tersuspensi dalam air yang tidak akan melewati filter. Peningkatan konsentrasi TSS menyebabkan kekeruhan yang dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam perairan. Keberadaan TSS dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang pada akhirnya akan berdampak buruk bagi kelangsungan hidup manusia, seperti pendangkalan pelabuhan,

punahnya beberapa ekosistem perairan, dan kerusakan lingkungan. (Susiaty, 2010)

Kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kecerahan perairan. Keberadaan padatan tersuspensi tersebut akan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan antara TSS dan kecerahan akan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Nilai TSS umumnya semakin rendah ke arah laut. Hal ini disebabkan padatan tersuspensi tersebut disuplai oleh daratan melalui aliran sungai. Keberadaan padatan tersuspensi masih bisa berdampak positif apabila tidak melebihi toleransi sebaran suspensi baku mutu kualitas perairan yang ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup, yaitu 70 mg/L (Herfinalis, 2005).

2.2.2 *Chlorophyll-a (Chl-a)*

Klorofil merupakan pigmen hijau tumbuhan dan merupakan pigmen yang paling penting dalam proses fotosintesis. Sekarang ini, klorofil dapat dibedakan dalam 9 tipe : klorofil a, b, c, d, e, bakteri klorofil a dan b, serta klorofil *chlorobium* 650 dan 660. Klorofil a biasanya untuk sinar hijau biru. Sementara klorofil b untuk sinar kuning dan hijau. Klorofil lain (c, d, e) ditemukan hanya pada alga dan dikombinasikan dengan klorofil a. Bakteri klorofil a dan b dan klorofil *chlorobium* ditemukan pada bakteri fotosintesis (Devlin, 1975).

Pada semua tanaman hijau, sebagian besar klorofil berada dalam dua bentuk yaitu klorofil-a dan klorofil-b. Klorofil-a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil-b bersifat polar dan berwarna kuning hijau. Klorofil berwarna hijau karena menyerap secara kuat daerah merah dan biru dari spektrum cahaya tampak (SEAFast, 2012).

Salah satu organisme yang hidup di ekosistem perairan pesisir adalah fitoplankton. Fitoplankton di dalam ekosistem perairan berperan sebagai pengubah zat-zat anorganik menjadi zat-zat organik melalui proses fotosintesis, yang kemudian dapat menentukan produktivitas perairan. Proses fotosintesis memerlukan klorofil, sehingga kandungan klorofil-*a* pada fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan (Alkatiri dan Sardjana, 1998 dalam Roshisati, 2002).

Klorofil-*a* adalah pigmen hijau utama yang ditemukan dalam semua tanaman termasuk ganggang fitoplankton. Konsentrasi klorofil-*a* di muara, pantai, atau perairan laut digunakan sebagai sebuah indikator adanya biomassa plankton (National Land and Water Resources Audit 2008). Kandungan klorofil-*a* fitoplankton di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran biomassa fitoplankton dan dijadikan petunjuk dalam melihat kesuburan perairan. Kualitas perairan yang baik merupakan tempat hidup dan berkembang yang baik bagi fitoplankton, karena kandungan klorofil-*a* fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan (Arifin, 2009).

2.2.3 Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)

Bahan organik terlarut atau *Dissolved Organic Matter* (DOM) adalah reservoir terbesar dari karbon organik dalam lingkungan air. CDOM memberikan kontribusi untuk penyerapan cahaya dan juga mungkin bahan bakar respirasi bakteri sambil membawa sejumlah besar karbon, nitrogen, dan fosfor untuk muara, sehingga secara tidak langsung berkontribusi terhadap eutrofikasi (Corbett, 2007).

Konsentrasi CDOM, status fotodegradasi dan konsentrasi bahan di dalam air memiliki pengaruh

yang signifikan terhadap fitoplankton fotosintesis, melalui penyerapan cahaya pada panjang gelombang biru dari spektrum yang terlihat, yang sesuai dengan puncak penyerapan fitoplankton utama. CDOM juga dapat mempengaruhi transportasi dan ketersediaan jejak logam (Brewin dkk, 2013).

2.5 Sentinel-2A

Sentinel-2A merupakan satelit observasi bumi milik European Space Agency (ESA) yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana, menggunakan kendaraan peluncur Vega. Satelit ini merupakan salah satu dari dua satelit pada Program Copernicus yang telah diluncurkan dari total perencanaan sebanyak 6 satelit. Sebelumnya telah diluncurkan Satelit Sentinel-1A yang merupakan satelit radar pada tanggal 3 April 2014, dan segera menyusul kemudian yaitu Satelit Sentinel-2B pada tahun 2017 mendatang.

Satelit Sentinel-2A dilengkapi instrumen multispektral dengan 13 saluran spektral dari saluran cahaya tampak, inframerah dekat, serta gelombang pendek inframerah. Satelit yang direncanakan dapat bertahan selama 7 tahun ini, mempunyai resolusi spasial 10 meter (untuk band-band cahaya tampak dan inframerah dekat), 20 meter dan 60 meter (untuk band-band gelombang inframerah dekat dan gelombang pendek inframerah).



Gambar 2.2 Ilustrasi Sensor Sentinel-2A
Sumber: ESA, 2016

Tabel 2.1 Panjang Gelombang Sentinel-2A

| Kanal | Panjang Gelombang (Mikrometer) | Resolusi Spasial (Meter) |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Kanal 1 – Pesisir dan Aerosol | 0,443 | 60 |
| Kanal 2 - Biru | 0,490 | 10 |
| Kanal 3 - Hijau | 0,560 | 10 |
| Kanal 4 - Merah | 0,665 | 10 |
| Kanal 5 – Red Edge Vegetasi | 0,705 | 20 |
| Kanal 6 - Red Edge Vegetasi | 0,740 | 20 |
| Kanal 8 - NIR | 0,842 | 10 |
| Kanal 8 A - Red Edge Vegetasi | 0,865 | 20 |
| Kanal 9 - Uap Air | 0,945 | 60 |
| Kanal 10 – SWIR - Cirrus | 1,375 | 60 |
| Kanal 11 - SWIR | 1,610 | 20 |
| Kanal 12 - SWIR | 2,190 | 20 |

Sumber: ESA, 2016

2.6 Koreksi Citra

Koreksi citra diterapkan pada kesalahan yang telah dapat ditentukan nilai *magnitude* sebelumnya (kesalahan

sistematik) ataupun yang belum ditentukan. Koreksi citra dilakukan pada dasarnya untuk mengondisikan agar citra yang digunakan dapat memberikan informasi yang akurat secara radiometris dan geometris (Danoedoro, 1996).

Kegiatan dalam pengolahan citra meliputi:

- a. *Radiometric correction* (Koreksi Radiometrik)
Koreksi radiometrik diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik citra yang ditunjukkan untuk memperbaiki visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop out* baris maupun masalah kesalahan awal pelarikan (*scanning start*). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dengan yang seharusnya dikoreksi dengan mengambil nilai piksel satu baris di atas dan di bawahnya, kemudian diratakan (Jensen, 1986).
- b. *Geometric correction* (Koreksi Geometrik)
Transformasi geometri yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sehingga pada citra digital yang bertransformasi dapat dilihat gambar obyek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dan bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi ini. Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung dari perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematik (Danoedoro, 1996).

2.7 Algoritma yang Digunakan

Untuk mengestimasi sebaran TSS dari $Rrs(\lambda)$, menggunakan algoritma Landsat 8-TSS yang dikembangkan oleh Jaelani dan telah dimodifikasi mengikuti karakteristik

band dari data Sentinel 2. Algoritma ini dikembangkan berdasarkan data pengukuran in-situ TSS di perairan Poteran Gili Iyang serta in-situ $Rrs(\lambda)$ yang sesuai.

$$\text{Log} (TSS_{Jaelani}) = 1,5212 \left(\frac{\log R_{rs}(\lambda_2)}{\log R_{rs}(\lambda_3)} \right) - 0,3698 \quad (2.1)$$

Keterangan:

$TSS_{Jaelani}$ = Total Suspended Solid (padatan tersuspensi total) (mg/m³)

$R_{rs}(\lambda_2)$ = Reflektan remote sensing band biru (sr⁻¹)

$R_{rs}(\lambda_3)$ = Reflektan remote sensing band hijau (sr⁻¹)

Untuk mengestimasi konsentrasi Chl-a, menggunakan algoritma pengambilan Chl-a yang dikembangkan oleh Jaelani menggunakan data in-situ Chl-a di Danau Matano dan danau Towuti serta in-situ $Rrs(\lambda)$. Algoritma ini telah diimplementasikan dengan menggunakan Landsat 8.

$$\text{Log} (Chl-a_{Jaelani}) = -0,9889 \left(\frac{\log R_{rs}(\lambda_4)}{\log R_{rs}(\lambda_5)} \right) - 0,3619 \quad (2.2)$$

Keterangan:

$Chl-a_{Jaelani}$ = Klorofil-a .

$R_{rs}(\lambda_4)$ = Reflektan remote sensing band merah (sr⁻¹)

$R_{rs}(\lambda_8)$ = Reflektan remote sensing band inframerah dekat (sr⁻¹).

Algoritma CDOM yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma Mannino. Algoritma ini didasarkan pada data in-situ yang dikumpulkan di Northeast US Coast dan data MODIS yang sesuai.

$$CDOM_{Maninno} = -0,0736 \ln \left(\frac{\log R_{rs}(\lambda_2)}{\log R_{rs}(\lambda_3)} \right) - 0,173 \quad (2.3)$$

Keterangan:

$CDOM_{Maninno}$ = *Colored Dissolved Organic Matter*

$$\begin{aligned}
 & \text{(bahan organik terlarut).} \\
 R_{rs}(\lambda_2) &= \text{Reflektan remote sensing band biru} \\
 & \text{(sr}^{-1}\text{)} \\
 R_{rs}(\lambda_3) &= \text{Reflektan remote sensing band hijau} \\
 & \text{(sr}^{-1}\text{)}
 \end{aligned}$$

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pemetaan kualitas perairan menggunakan metode *remote sensing* diantaranya yaitu Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan (Jaelani, 2015), *Estimation of TSS and Chl - a Concentration from Landsat 8 - OLI : The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm* (Jaelani, 2016) dan *Algorithm development and validation for satellite-derived distributions of DOC and CDOM in the Us Middle Atlantic Bight* (Mannino, 2008).

2.6.1 Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan

Pada penelitian ini melakukan pembuatan algoritma model dengan menggunakan data in situ konsentrasi klorofil-a dan reflektan-permukaan yang diambil di Danau Matano dan Towuti. Algoritma model didapatkan dengan R^2 sebesar 0,5 di kanal merah dan NIR (*Near Infra Red*). Untuk pembuatan peta distribusi klorofil-a dilakukan dengan menggunakan algoritma model tersebut dengan data masukan (input) berasal dari tiga reflektan permukaan yang belum divalidasi (karena tidak tersedianya reflektan in situ pada saat akuisi citra landsat tersebut) yaitu produk reflektan-permukaan keluaran USGS (SR-L), koreksi atmosfer dengan metode 6SV (SR-6SV) dan metode DOS (SR-DOS). Hasil konsentrasi

klorofil-a yang diturunkan dari data SR-L dan SR-6SV terlihat adanya kemiripan hasil dengan nilai rata-rata sebesar 0,086 dan 0,098 $\mu\text{g/L}$.

2.6.2 *Estimation of TSS and Chl - a Concentration from Landsat 8 - OLI : The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm*

Penelitian ini dilakukan di perairan Poteran (9 stasiun) dan perairan Gili Iyang (6 stasiun). Data $Rrs(\lambda)$, konsentrasi Chl-a dan TSS didapatkan dari data in situ. Korelasi rendah antara in situ dan Landsat $Rrs(\lambda)$ ($R^2 = 0,106$) menunjukkan bahwa algoritma koreksi atmosfer yang dilakukan oleh USGS memiliki keterbatasan. Algoritma pengambilan konsentrasi TSS menghasilkan akurasi yang dapat diterima baik di atas perairan Poteran (RE 4,60% dan R^2 0,628) dan perairan Gili Iyang (RE 14,82% dan R^2 0,345). Sedangkan algoritma pencarian kembali Chl-a menghasilkan hasil yang dapat diterima melalui Poteran (RE sebesar 13,87% dan R^2 0,416) dan gagal di perairan Gili Iyang (RE 99,14% dan R^2 0,090). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi klorofil-a di atas dua perairan yang berbeda.

2.6.3 *Algorithm development and validation for satellite-derived distributions of DOC and CDOM in the US Middle Atlantic Bight*

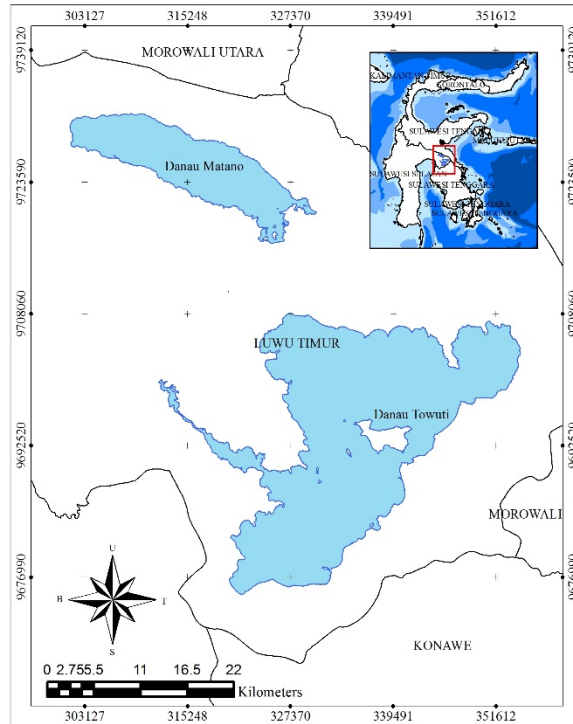
Dalam penelitian ini, analisa validasi menunjukkan keberhasilan pengambilan DOC dan CDOM dari perairan laut pantai dengan menggunakan sensor satelit MODIS-Aqua dan SeaWiFS dengan APD rata-rata keseluruhan dari pengukuran lapangan sebesar $9,3 \pm 7,3\%$ untuk DOC, $19 \pm 14\%$ untuk CDOM

(355), $15,5 \pm 12\%$ untuk CDOM (443), dan $8,6 \pm 4,9\%$ untuk kemiringan spektral CDOM. Jelas, algoritma ini memenuhi patokan untuk ketidakpastian yang divalidasi $\pm 35\%$ dan didukung untuk pengambilan penginderaan jarak jauh dari klorofil-a permukaan laut. Hasilnya menunjukkan hasil produk CDOM yang sedikit lebih baik dengan SeaWiFS daripada MODIS-Aqua, namun hasil yang setara untuk DOC dan S. Penelitian ini merupakan penelitian pertama melakukan validasi untuk pengambilan data satelit permukaan laut DOC, CDOM, dan kemiringan spektral CDOM. Algoritma CDOM (CO_a355S dan CO_a443M) dapat diterapkan di luar wilayah studi ini, yang berpotensi ke laut secara global.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Studi wilayah yang akan dilakukan penelitian adalah Danau Towuti dan Matano, yang terletak pada koordinat $2^{\circ}45'0''\text{LU}$ - $2^{\circ}52'\text{LU}$ dan $121^{\circ}36'\text{BT}$ - $121^{\circ}30'0''\text{BT}$. Kedua danau ini termasuk kompleks Danau Malili yaitu terdiri dari Danau Matano, Danau Mahalona, Danau Towuti, Danau Wawontoa/Lantoa, dan Danau Masapi yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber: Penulis, 2017

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, antara lain:

- a. Data citra satelit Sentinel-2A tahun 2015-2017 yaitu 14 Nopember 2015, 2 Februari 2016, 3 Maret 2016, 10 Agustus 2016, 29 Oktober 2016, 8 Desember 2016, 16 Februari 2017 dan 17 April 2017.

Tabel 3. 1 Data Citra Satelit Sentinel-2A

| No | Nama File |
|----|---|
| 1 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_EPA__20151114T022409_20161225T024054_A002059_T51MUS_N02_04_01 |
| 2 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_EPA__20151114T022409_20161225T024054_A002059_T51MUT_N02_04_01 |
| 3 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160202T021824_20160202T090800_A003203_T51MUT_N02_01_01 |
| 4 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_MTI__20160202T022743_20160202T090841_A003203_T51MUS_N02_01_01 |
| 5 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160303T021910_20160303T091002_A003632_T51MUT_N02_01_01 |
| 6 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160303T021910_20160303T091002_A003632_T51MUS_N02_01_01 |
| 7 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160830T071207_20160830T021342_A006206_T51MUT_N02.04_01 |
| 8 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160830T071207_20160830T021342_A006206_T51MUS_N02.04_01 |
| 9 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20161029T022427_20161029T085846_A007064_T51MUS_N02_04_01 |
| 10 | S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20161029T022427_20161029T085846_A007064_T51MUT_N02_04_01 |
| 11 | L1C_T51MUS_A007636_20161208T021446 |
| 12 | L1C_T51MUT_A007636_20161208T021446 |
| 13 | L1C_T51MUS_A008637_20170216T021338 |
| 14 | L1C_T51MUT_A008637_20170216T021338 |
| 15 | L1C_T51MUS_A009495_20170417T021431 |
| 16 | L1C_T51MUT_A009495_20170417T021431 |

- b. Data Landsat 8 tanggal perekaman 8 Desember 2016. Data Landsat 8 digunakan untuk validasi data.

3.2.2 Peralatan

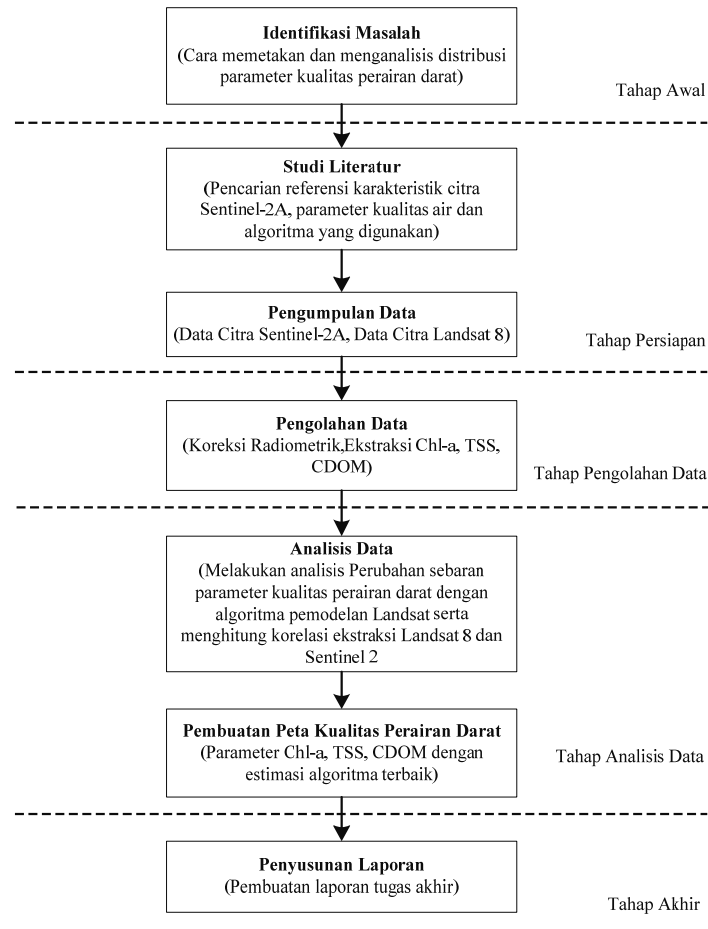
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, antara lain:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah *Notebook* untuk pengolahan data citra satelit, analisa data hasil pengolahan, dan penulisan laporan.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:
 - i. SNAP
 - ii. ArcGIS
 - iii. Microsoft Office 2013

3.3 Metodologi Pekerjaan

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3. 2 Flowchart Pengerjaan

- a. Tahap Persiapan
- Pada tahap ini, kegiatan-kegiatan yang dilakukan antara lain:
- Identifikasi Masalah

Bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang diangkat sebagai tema penelitian, objek penelitian dan daerah penelitian serta merumuskan cara memecahkan permasalahan tersebut. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah semakin memburuknya kondisi danau di Indonesia salah satunya Danau Towuti dan Danau Matano. Sehingga pemecahan permasalahan salah satunya *me-monitoring* dengan pendekatan penginderaan jauh.

- Studi Literatur

Pada tahap studi literatur ini penulis melakukan pencarian referensi terkait penginderaan jauh, citra Sentinel, parameter kualitas air yang terkait dengan penelitian tugas akhir ini dari buku, jurnal, majalah, koran, internet dan lain-lain.

- Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data citra Sentinel-2A perekaman tahun 2015 sampai 2017 di Danau Towuti dan Matano yang berada di Kecamatan Towuti dan Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.

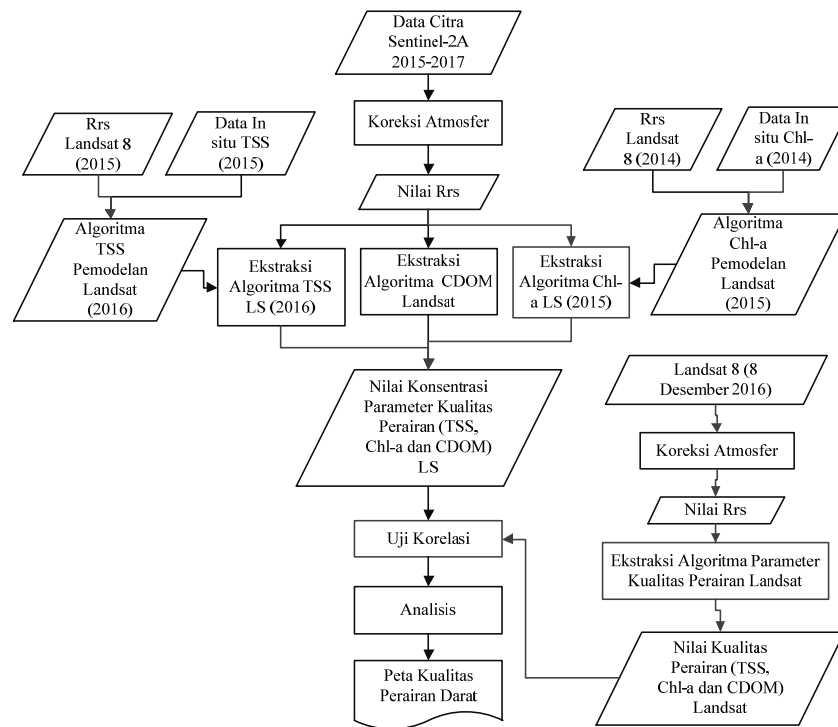
b. Tahap Pengolahan Data

Pada tahapan ini terdapat beberapa kegiatan pengolahan yang dilakukan yaitu estimasi algoritma pemodelan dari Landsat 8 (*Chl-a*, TSS dan CDOM). Sebelum itu dilakukan pemisahan daratan dari perairan dengan digitasi, koreksi atmosfer dengan Sen2Cor untuk Sentinel-2A dan Landsat 8 dengan metode 6SV.

- c. Tahap Analisis Data
 - Pada tahap ini dilakukan analisa sedemikian rupa termasuk membandingkan dari hasil pengolahan data, menggunakan citra Sentinel sehingga didapat suatu hasil dan kesimpulan yang nantinya digunakan untuk menyusun laporan.
 - Pembuatan Peta Kualitas Perairan Darat
Pembuatan peta kualitas perairan di Danau Towuti dan Matano dilakukan dengan *software* ArcGIS. Pembuatan peta ini berdasarkan parameter *Chl-a*, CDOM, dan TSS.
- d. Tahap Akhir
Pada tahapan ini dilakukan penyusunan laporan dilakukan bertahap dari apa yang sudah dikerjakan.

3.3.2 Tahap Pengolahan

Adapun tahap pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Proses Pengolahan Data

Penjelasan Diagram Alir Pengolahan Citra:

a. Data

Masukan Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah Citra Sentinel-2A tahun 2015 – 2017. Data yang diambil adalah bulan November 2015, Februari, Maret, Agustus, Oktober, Desember 2016 dan Februari, April 2017. Karena batasan ketersediaan data dan kondisi citra yang berawan. Data untuk pembandingan atau data validasi

menggunakan data Landsat 8 bulan Desember 2016.

b. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer menggunakan dua metode yaitu Sen2Cor dan 6SV untuk masing-masing data citra Sentinel-2 dan Landsat 8.

- Koreksi Atmosfer dengan Sen2Cor

Pada tahap pemrosesan pertama, data mentah Sentinel 2A dikoreksi dari efek atmosfer menggunakan tool Sen2Cor. Fungsi utama Sen2Cor adalah untuk menghasilkan reflektan bottom-of-atmospheric (BOA) dari data top-of-atmospheric (TOA). Format produk output setara dengan produk Level 1C (yaitu JPEG 2000) dengan tiga resolusi berbeda dari 60, 20 dan 10 m. Untuk menghasilkan BOA reflektan, data dibagi dengan skala $10.000 * \pi$ untuk menghasilkan remote sensing reflectance ($R_{rs}(\lambda)$). Nilai $R_{rs}(\lambda)$ tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Algoritma TSS, Chl-a dan CDOM yang telah disesuaikan dengan studi kasus serta kondisi perairannya yang sama.

- Koreksi Atmosfer dengan 6SV

Sebelum melakukan koreksi atmosfer, melakukan kalibrasi radiometrik yaitu data awal landsat 8 berupa Data Numeric dikonversikan ke radian (ρ_{TOA}) menggunakan rumus berikut ini:

$$\rho_{\lambda} = M_{\rho} * Q_{cal} + A_{\rho} \quad (3.1)$$

dimana :

ρ_{λ} = nilai radian pada band ke i ($Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$)

M_{ρ} = Faktor skala pengali radian untuk setiap

band (RADIANCE_MULT_BAND_n)
dari metadata, n adalah nomor band).

A_p = Faktor skala penjumlahan Radian untuk
band (RADIANCE_ADD_BAND_n
dari metadata, dimana n adalah nomor
band)

Q_{cal} = Quantized and calibrated standard
product pixel values (DN)

Citra yang sudah dalam bentuk nilai reflektan
kemudian dilakukan proses koreksi atmosfer.
Koreksi atmosfer menggunakan metode 6SV
(*Second Simulation of the Sensor Signal in the
Sensor Spectrum-Vector*). Konversi nilai
reflektan (ρ_{TOA}) ke koreksi atmosfer (ρ_{BOA})
menggunakan rumus berikut ini:

$$Y = x_a * (\text{radiance}) - x_b \quad (3.2)$$

$$A_{cr} = y / (1 + x_c * y) \quad (3.3)$$

dimana:

a_{cr} = reflektan terkoreksi atmosfer
(*Atmospheric Corrected Reflectance*)

(λ) = citra berformat radian

x_a, x_b, x_c adalah parameter koreksi yang
diperoleh dari perangkat lunak 6SV berbasis
web yang ada di <http://6s.ltdri.org/>.

Untuk mendapatkan nilai $R_{rs}(\lambda)$ dari 6S yang
dijalankan menggunakan perangkat lunak ber-
basis web yang ada di <http://6s.ltdri.org/>. Untuk
mendapat nilai x_a, x_b, x_c yang setelah itu di jal-
ankan pada rumus (3.1) dan (3.2) dan setelah
itu untuk mendapatkan R_{rs} yaitu:

$$R_{rs}(\lambda) = a_{cr} \times \pi^{-1} \quad (3.3)$$

- c. Pengolahan TSS, CDOM, dan *Chl-a*
Setelah mendapatkan nilai reflektannya, dapat dilakukan perhitungan konsentrasi *Chl-a*, TSS, dan CDOM diterapkan pada setiap data citra Sentinel 2 maupun Landsat 8.
- d. Uji Korelasi
Uji korelasi ini dilakukan dari hasil ekstraksi TSS, CDOM, dan *Chl-a* Landsat dan Sentinel dengan data tanggal 8 Desember 2016.
- e. Analisis
Setelah mengetahui nilai parameter kualitas air, selanjutnya yaitu dilakukan analisis persebaran spasial dan temporalnya.
- f. Pembuatan Peta Kualitas Perairan Darat
Melakukan proses layouting sedemikian rupa untuk menghasilkan peta-peta kualitas perairan darat. Untuk hasil dari peta kualitas air ini yaitu:
 - Peta *Chl-a* pada semua data citra
 - Peta TSS pada semua data citra
 - Peta CDOM pada semua data citra

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa secara spasial dan temporal kualitas perairan darat, di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil yang diperoleh dari data penginderaan jauh sensor Sentinel-2A untuk monitoring kualitas air (TSS, Chl-a dan CDOM) di Danau Matano dan Towuti tergolong sehat dengan TSS, Chl-a dan CDOM berkisar antara 0 sampai ± 60 mg/L, 0 sampai $\pm 2,3$ $\mu\text{g/L}$ dan $-0,355 - 0,925 \text{ m}^{-1}$.
- b. Hasil uji korelasi antara Landsat 8 dan Sentinel-2A untuk TSS rendah ($R = 0,36$; $R^2 = 0,13$), Chl-a cukup tinggi ($R = 0,61$; $R^2 = 0,36$) dan CDOM sangat rendah ($R = 0,39$; $R^2 = 0,15$). Sehingga kemungkinan algoritma Chl-a dari Landsat 8 dapat digunakan untuk citra Sentinel-2A.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :

- a. Dianjurkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan data in situ *chl-a* dan TSS.
- b. Untuk menentukan perairan dalam maupun dangkal sebaiknya menggunakan data batimetri.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengolahan Data Sentinel-2A

4.2.1 Koreksi Atmosfer

Sebelum dilakukannya ekstraksi pada citra, dilakukan koreksi atmosfer terlebih dahulu. Proses ini dilakukan di software SNAP dengan Sen2Cor. Dengan Sen2Cor dapat mengubah dari data awal Sentinel-2A berupa TOA (*Top of Atmosphere*) reflektan menjadi BOA (*Bottom of Atmosphere*) reflektan.

Kemudian dari data ρ_{BOA} diubah ke $Rrs(\lambda)$, dengan membagi π pada data ρ_{BOA} . Hasilnya menunjukkan nilai $Rrs(\lambda)$ antara $0 \leq Rrs(\lambda) \leq 1$. Hal ini didasarkan menurut Jaelani (2015) nilai $Rrs(\lambda)$ $0 \leq Rrs(\lambda) \leq 1$. Berikut nilai minimum dan maksimum $Rrs(\lambda)$ data Sentinel-2A perekaman tanggal 8 Desember 2016 kanal 2 (*blue*), 3 (*green*), 4 (*red*), dan 8 (*NIR*),

Tabel 4.1 Nilai $Rrs(\lambda)$

| <i>Band</i> | <i>Rrs(λ)</i> | |
|--------------|----------------------------------|-------|
| | Min | Maks |
| <i>Blue</i> | 0,000 | 0,536 |
| <i>Green</i> | 0,000 | 0,560 |
| <i>Red</i> | 0,000 | 0,560 |
| <i>NIR</i> | 0,000 | 0,504 |

4.2.2 Hasil Ekstraksi TSS

Untuk mengetahui perubahan sebaran konsentrasi TSS, maka dilakukan pengambilan sampel berjumlah 30. Dalam pengambilan sampel dibedakan berdasarkan kondisi perairan dalam, dangkal dan

aliran sungai yang masuk (*inlet*) atau keluar danau (*outlet*). Proses menentukan antara perairan dangkal dan dalam dilakukan dengan melihat perbedaan warna pada kombinasi band RGB pada citra. Sedangkan untuk aliran sungai *inlet* atau *outlet* ditentukan dengan melihat elevasi di *Google Earth*. Aliran sungai secara keseluruhan adalah *inlet* karena kondisi geografis danau berada pada dataran rendah. Rata-rata untuk *inlet* nilai TSS lebih tinggi karena letak titik tersebut berada di perairan dangkal serta terdapat padatan yang dibawa dari sungai yang keruh. Hasil pengambilan beberapa sampel nilai TSS dapat dilihat pada 4.2 dan 4.3, untuk lengkapnya di lampiran.

Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi TSS di Danau Matano
Bulan November 2015 – April 2017

| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (mg/L) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 23,518 | 22,257 | 24,950 | 24,307 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 21,243 | 20,136 | 22,994 | 25,438 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 20,865 | 16,928 | 18,023 | 21,642 | Perairan dangkal |
| -2,531 | 121,470 | 19,644 | 15,764 | 16,958 | 16,613 | Perairan dangkal |
| -2,517 | 121,414 | 14,748 | 11,646 | 11,513 | 9,297 | Perairan dalam |
| -2,513 | 121,395 | 13,573 | 11,960 | 7,034 | 9,354 | Perairan dalam |
| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
| | | (mg/L) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 14,819 | 13,603 | 17,620 | 24,788 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 16,216 | 15,120 | 18,299 | 23,790 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 13,051 | 14,139 | 14,825 | 23,751 | Perairan dangkal |
| -2,531 | 121,470 | 19,032 | 15,377 | 15,792 | 18,980 | Perairan dangkal |
| -2,517 | 121,414 | 13,219 | 13,633 | 12,088 | 11,802 | Perairan dalam |
| -2,513 | 121,395 | 12,335 | 12,327 | 12,449 | 14,982 | Perairan dalam |

Tabel 4.3 Hasil Ekstraksi TSS di Danau Towuti
Bulan November 2015 – April 2017

| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (mg/L) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 17,400 | 18,259 | 12,690 | 16,246 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 24,966 | 23,413 | 25,863 | 21,242 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 14,966 | 11,395 | 10,281 | 8,695 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 15,599 | 10,488 | 11,418 | 8,326 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 20,514 | 26,965 | 22,324 | 17,556 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 23,533 | 23,135 | 26,721 | 19,949 | Perairan dangkal |

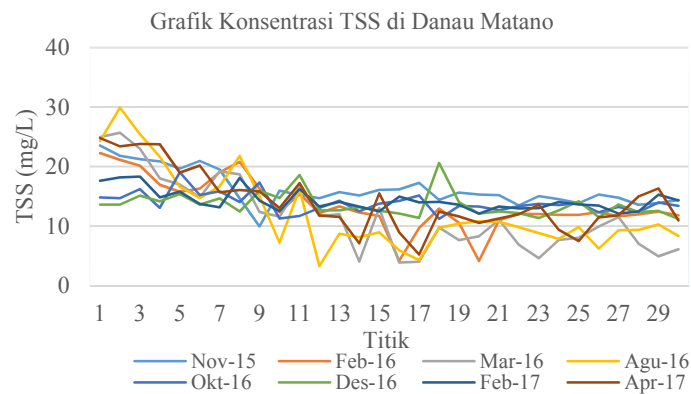
| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (mg/L) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 13,839 | 13,090 | 16,789 | 14,968 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 17,236 | 20,194 | 25,068 | 24,604 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 13,391 | 10,703 | 12,239 | 12,342 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 18,928 | 9,911 | 11,373 | 10,831 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 16,696 | 14,281 | 17,313 | 19,678 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 15,334 | 14,790 | 20,070 | 19,315 | Perairan dangkal |

Informasi nilai konsentrasi TSS diatas memperlihatkan bahwa kondisi perairan Danau Towuti dan Matano masih dalam kategori baik bagi ekosistem danau. Hal ini didasarkan menurut Alabaster dan Lloyd (1982) nilai TSS <25 mg/L tidak berpengaruh terhadap perikanan. Nilai 25 – 80 mg/L sedikit berpengaruh. Nilai 81- 400 mg/L kurang baik bagi kepentingan perikanan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kesesuaian Perairan untuk Kepentingan Perikanan berdasarkan Nilai TSS (Alabaster & Lloyd, 1982)

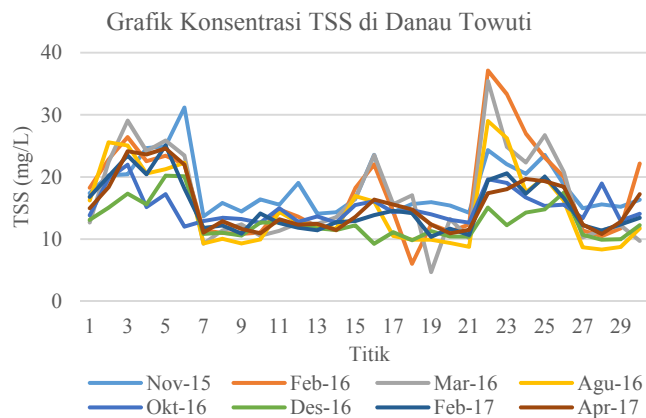
| Nilai TSS (mg/L) | Pengaruh terhadap Kepentingan Perikanan |
|------------------|---|
| <25 | Tidak berpengaruh |
| 25 - 80 | Sedikit berpengaruh |
| 81 - 400 | Kurang baik bagi kepentingan perikanan |
| >400 | Tidak baik bagi kepentingan perikanan |

Secara temporal, grafik nilai TSS di Danau Matano sangat variatif. Grafik tersebut dapat dilihat di Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi TSS di Danau Matano. Sebaran TSS tertinggi terjadi di bulan Nopember 2015 dengan rentang nilai 0 – 59,937 mg/L dan nilai rata-rata adalah 14,991 mg/L. Sedangkan sebaran terendah di bulan Maret 2016 dengan rentang nilai 1,557-56,982 mg/L dan nilai rata-rata adalah 9,908 mg/L. Untuk sampel tertinggi di titik 2 (*inlet*) pada bulan Agustus 2016 dengan nilai 29,912 mg/L dan terendah di titik 12 (perairan dalam) pada bulan Agustus sebesar 3,275 mg/L.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi TSS di Danau Matano

Grafik nilai TSS di Danau Towuti tergolong variatif. Grafik tersebut dapat dilihat di Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi TSS di Danau Towuti. Sebaran TSS tertinggi terjadi di bulan Nopember 2015 dengan rentang nilai 0 – 59,920 mg/L dan nilai rata-rata adalah 16,739 mg/L. Sedangkan sebaran terendah di bulan Agustus 2016 dengan rentang nilai 0 - 58,065 mg/L dan nilai rata-rata adalah 11,150 mg/L. Untuk sampel tertinggi di titik 23 (*inlet*) pada bulan Februari 2016 dengan nilai 37,094 mg/L dan terendah di titik 20 (perairan dalam) pada bulan Maret 2016 sebesar 4,707 mg/L.



Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi TSS di Danau Towuti

4.2.3 Hasil Ekstraksi *Chl-a*

Hasil perhitungan nilai *Chl-a* menggunakan algoritma Jaelani dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan 4.5. Dalam tabel tersebut dibedakan berdasarkan kondisi perairan dalam, dangkal dan aliran sungai yang masuk (*inlet*) atau keluar danau (*outlet*). Konsentrasi *Chl-a* pada pengamatan dengan data Sentinel-2A bulan Nopember 2015 sampai April 2017 memperlihatkan

bahwa Danau Towuti dan Matano tergolong perairan alami atau oligotrofik berdasarkan standar klasifikasi status trofik. Menurut Wetzel (2001) danau oligotrofik memiliki kisaran *chl-a* 0,3 – 4,5 µg/L. Pada penelitian ini menghasilkan simpulan yang sama dengan penelitian konsentrasi *chl-a* di Danau Towuti yang dilakukan oleh Sulastridkk dengan nilai konsentrasi 0 – 0,415 µg/L. Sedangkan hasil konsentrasi *Chl-a* dengan data Sentinel-A antara 0 - ±2,3 µg/L. Nilai tersebut masih berada pada klasifikasi oligotrofik.

Tabel 4.5 Kriteria klasifikasi status trofik untuk perairan danau dan waduk (Wetzel, 2001)

| Parameter | Status Tropik | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| | Oligotrofik | Mesotrofik | Eutrofik | Hipereutrofik |
| TP (mg/L) | | | | |
| Rata-rata | 8,0 | 26,7 | 84,4 | - |
| Range | 3,0 – 17,7 | 10,9 – 95,6 | 16,2 - 386 | 750 - 1200 |
| TN (mg/L) | | | | |
| Rata-rata | 661 | 753 | 1875 | - |
| Range | 307- 1630 | 361 – 1387 | 393 - 6100 | - |
| <i>Chlorophyll-a</i> (µg/L) | | | | |
| Rata-rata | 1,7 | 4,7 | 14,3 | - |
| Range | 0,3 – 4,5 | 3 - 11 | 3 - 78 | 100 - 150 |
| <i>Secchi deep</i> (m) | | | | |
| Rata-rata | 9,9 | 4,2 | 2,45 | - |
| Range | 5,4 – 28,3 | 1,5 – 8,1 | 1,5 – 7,0 | 0,4 – 0,5 |

Tabel 4.6 Hasil Ekstraksi *Chl-a* di Danau Towuti Bulan November 2015 – April 2017

| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (µg /L) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 0,267 | 0,160 | 0,107 | 0,000 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 0,327 | 0,387 | 0,291 | 0,001 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 0,384 | 0,327 | 0,236 | 0,236 | Perairan dalam |
| -2,531 | 121,470 | 0,373 | 0,186 | 0,236 | 0,236 | Perairan dalam |
| -2,517 | 121,414 | 0,189 | 0,233 | 0,236 | 0,821 | Perairan dangkal |
| -2,513 | 121,395 | 0,152 | 0,196 | 0,236 | 0,392 | Perairan dangkal |

| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (µg /L) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 0,196 | 0,689 | 0,411 | 0,389 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 0,195 | 0,689 | 0,346 | 0,515 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 0,323 | 0,272 | 0,606 | 0,236 | Perairan dalam |
| -2,531 | 121,470 | 0,232 | 0,374 | 0,348 | 0,236 | Perairan dalam |
| -2,517 | 121,414 | 0,236 | 0,244 | 0,556 | 0,716 | Perairan dangkal |
| -2,513 | 121,395 | 0,221 | 0,367 | 0,394 | 1,151 | Perairan dangkal |

Tabel 4.7 Hasil Ekstraksi *Chl-a* di Danau Towuti
Bulan November 2015 – April 2017

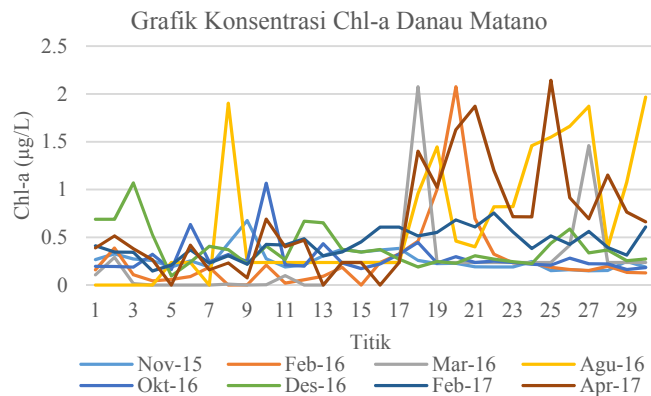
| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (µg /L) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 0,407 | 0,139 | 0,357 | 0,232 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 0,321 | 0,151 | 0,090 | 0,000 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 0,169 | 1,996 | 1,574 | 0,867 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 0,179 | 1,903 | 1,662 | 1,574 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 0,039 | 0,000 | 0,153 | 0,009 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 0,130 | 0,040 | 0,032 | 0,000 | Perairan dangkal |

| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (µg /L) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 0,326 | 0,465 | 0,350 | 0,556 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 0,244 | 0,006 | 0,008 | 0,014 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 0,293 | 0,274 | 0,439 | 0,035 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 0,109 | 0,345 | 0,374 | 0,178 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 0,280 | 0,100 | 0,130 | 0,098 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 0,320 | 0,127 | 0,038 | 0,001 | Perairan dangkal |

Pada pengamatan *Chl-a* berdasarkan Tabel 4.6, nilai rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Maret 2016 dan terendah pada bulan Februari 2016 di Danau Matano. Di Danau Towuti nilai rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Februari sampai Agustus dan terendah bulan April 2017. Konsentrasi *Chl-a* umumnya memiliki nilai tertinggi pada musim kemarau (April-Oktober) dan terendah terjadi pada musim hujan (Nopember-Mei). Karena pada musim kemarau intensitas cahaya di perairan sangat tinggi dan menunjukkan keterkaitan dengan dinamika konsentrasi *Chl-a* di

perairan tersebut. Intensitas cahaya tersebut akan menyebabkan klorofil dapat melakukan proses fotosintesa secara efektif. Kondisi musim kemarau di Indonesia pada tahun 2016 lalu mengalami musim kemarau basah, sehingga hanya 26 persen wilayah Indonesia yang mengalami kemarau. Dapat disimpulkan bahwa musim untuk tahun 2016 tidak bisa dijadikan penentu terjadinya kenaikan atau penurunan *Chl-a*.

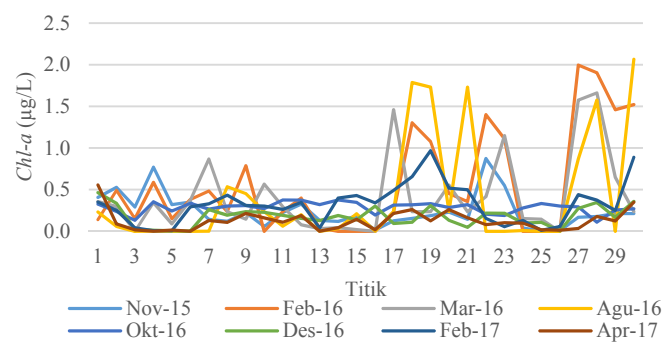
Untuk persebaran *Chl-a* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6 grafik dari bulan Nopember 2015 sampai April 2017. Dalam gambar tersebut menunjukkan persebaran *Chl-a* tertinggi mayoritas terjadi didaerah perairan dalam. Sedangkan pada perairan dangkal sangat rendah. Karena pada perairan dangkal, terjadi banyak suspensi yang mengakibatkan proses fotosintesis tidak efektif salah satunya nilai kekeruhan air yang tinggi. Sehingga intensitas cahaya sangat kecil. Hal ini berbanding terbalik dengan nilai TSS yang semakin besar didaerah perairan dangkal.



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi *Chl-a* di Danau Matano

Secara temporal, grafik nilai *Chl-a* di Danau Matano sangat variatif. Grafik tersebut dapat dilihat di Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi *Chl-a* di Danau Matano. Sebaran rata-rata *Chl-a* cukup tinggi di musim kemarau dan peralihan dari hujan ke kemarau yaitu bulan Maret 2016, Agustus 2016 dan April 2017. Sebaran tertinggi *Chl-a* terjadi di bulan Agustus 2016 dengan rentang nilai 0 – 2,287 $\mu\text{g/L}$ dan nilai rata-rata adalah 0,724 $\mu\text{g/L}$. Sedangkan sebaran terendah di bulan November 2015 dengan rentang nilai 0 – 2,3 $\mu\text{g/L}$ dan nilai rata-rata adalah 0,223 $\mu\text{g/L}$. Untuk sampel tertinggi di titik 25 (perairan dalam) pada bulan April 2016 dengan nilai 2,143 $\mu\text{g/L}$ dan terendah di titik 5 dan 6 (perairan dangkal) pada bulan Maret sebesar 0 $\mu\text{g/L}$.

Grafik Konsentrasi *Chl-a* Danau Towuti



Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi *Chl-a* di Danau Towuti

Sedangkan untuk grafik sebaran *Chl-a* di Danau Towuti sedikit berbeda dengan Danau Matano. Pada bulan April di Danau Matano sangat tinggi, tapi di Danau Towuti cukup rendah. Sebaran *Chl-a* tertinggi pada bulan Agustus 2016 dengan rentang nilai 0 – 2,285 $\mu\text{g/L}$ dan nilai rata-rata adalah 0,719 $\mu\text{g/L}$. Sedangkan sebaran terendah di bulan November 2015 dengan rentang nilai 0 – 1,971 $\mu\text{g/L}$ dan nilai rata-rata

adalah 0,206 $\mu\text{g/L}$. Untuk sampel tertinggi di titik 31 (perairan dalam) pada bulan Agustus 2016 dengan nilai 2,064 $\mu\text{g/L}$ dan terendah di titik 17 (perairan dangkal) pada bulan Februari dan Maret 2016 sebesar 0 $\mu\text{g/L}$.

4.2.4 Hasil Ekstraksi CDOM

Untuk mengetahui konsentrasi CDOM pada penelitian ini menggunakan algoritma Mannino. Algoritma Mannino dipilih karena algoritma ini mengklaim kemungkinan dapat digunakan pada perairan secara global bukan hanya di wilayah US saja. Namun, hasil yang didapatkan tidak sesuai karena terdapat nilai yang minus. Konsentrasi CDOM bisa dilihat di Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8 Hasil Ekstraksi CDOM di Danau Towuti Bulan November 2015 – April 2017

| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (m ⁻¹) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 0,207 | 0,192 | 0,233 | 0,260 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 0,180 | 0,170 | 0,210 | 0,299 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 0,181 | 0,138 | 0,154 | 0,201 | Perairan dalam |
| -2,531 | 121,470 | 0,168 | 0,124 | 0,141 | 0,139 | Perairan dalam |
| -2,517 | 121,414 | 0,112 | 0,076 | 0,061 | 0,017 | Perairan dangkal |
| -2,513 | 121,395 | 0,101 | 0,078 | -0,048 | 0,027 | Perairan dangkal |
| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
| | | (m ⁻¹) | | | | |
| -2,535 | 121,475 | 0,109 | 0,101 | 0,142 | 0,258 | <i>inlet</i> |
| -2,535 | 121,475 | 0,114 | 0,115 | 0,149 | 0,234 | <i>inlet</i> |
| -2,532 | 121,473 | 0,101 | 0,106 | 0,114 | 0,227 | Perairan dalam |
| -2,531 | 121,470 | 0,175 | 0,119 | 0,126 | 0,166 | Perairan dalam |
| -2,517 | 121,414 | 0,102 | 0,102 | 0,080 | 0,068 | Perairan dangkal |
| -2,513 | 121,395 | 0,085 | 0,093 | 0,087 | 0,120 | Perairan dangkal |

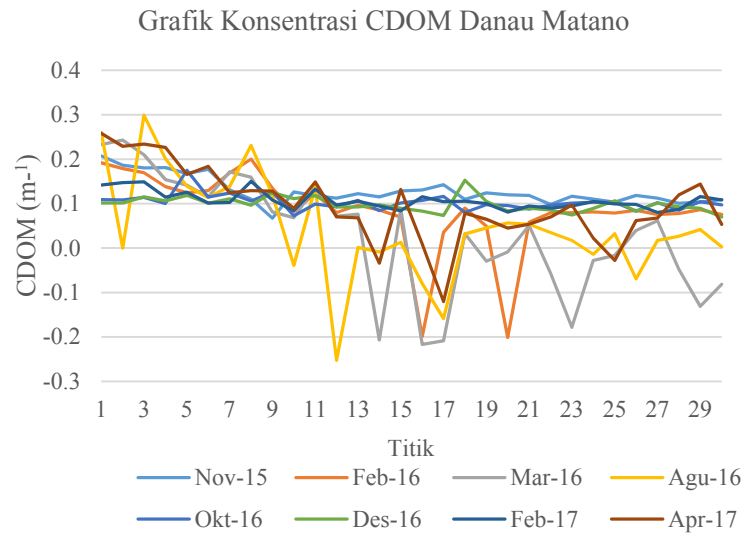
Tabel 4.9 Hasil Ekstraksi CDOM di Danau Towuti
Bulan November 2015 – April 2017

| Latitude | Longitude | 14/11/15 | 02/02/16 | 03/03/16 | 30/08/16 | Ket |
|----------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|------------------|
| | | (m ⁻¹) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 0,145 | 0,152 | 0,099 | 0,129 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 0,268 | 0,228 | 0,334 | 0,201 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 0,117 | 0,063 | 0,040 | 0,014 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 0,125 | 0,049 | 0,061 | 0,007 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 0,183 | 0,401 | 0,204 | 0,149 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 0,220 | 0,220 | 0,229 | 0,179 | Perairan dangkal |
| Latitude | Longitude | 29/10/16 | 08/12/16 | 16/02/17 | 17/04/17 | Ket |
| | | (m ⁻¹) | | | | |
| -2,713 | 121,308 | 0,104 | 0,099 | 0,136 | 0,116 | <i>inlet</i> |
| -2,843 | 121,557 | 0,131 | 0,186 | 0,352 | 0,251 | <i>inlet</i> |
| -2,734 | 121,555 | 0,099 | 0,063 | 0,080 | 0,081 | Perairan dalam |
| -2,741 | 121,486 | 0,145 | 0,061 | 0,067 | 0,060 | Perairan dalam |
| -2,786 | 121,585 | 0,128 | 0,108 | 0,145 | 0,171 | Perairan dangkal |
| -2,790 | 121,578 | 0,116 | 0,114 | 0,183 | 0,166 | Perairan dangkal |

Nilai CDOM terdapat minus kemungkinan karena kondisi geografis yang berbeda dengan data in situ algoritma mannino. Variasi konsentrasi CDOM dipengaruhi oleh musim. Kondisi CDOM tertinggi pada musim semi karena mencairnya es dari sungai dan *photo-bleaching* CDOM tertinggi di musim panas. Sehingga CDOM sendiri di Indonesia jarang ditemukan. CDOM sering terjadi di Eropa dan daerah-daerah subtropis.

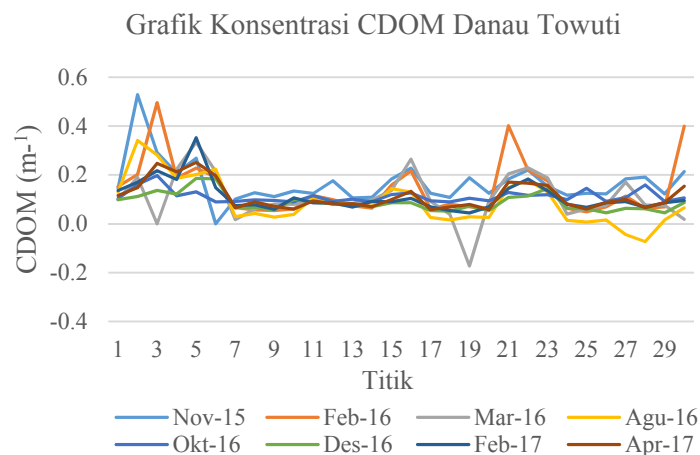
Pada Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Matano rata-rata tertinggi pada bulan Nopember 2015 dengan rentang $-0,579 - 0,83 \text{ m}^{-1}$ dan rata-rata $0,116 \text{ m}^{-1}$. Dan rata-rata terendah pada bulan Agustus 2016 dengan rentang $-0,355 - 0,83 \text{ m}^{-1}$ dan

rata-rata $0,022 \text{ m}^{-1}$. Sampel terendah terletak di titik 12 (perairan dalam) pada bulan Agustus sebesar $-0,252 \text{ m}^{-1}$. Sedangkan tertinggi di titik 3 (*inlet*) pada bulan Agustus sebesar $0,299 \text{ m}^{-1}$.



Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Matano

Pada Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Towuti rata-rata tertinggi pada bulan Nopember 2015 dengan rentang $0 - 0,924 \text{ m}^{-1}$ dan rata-rata $0,139 \text{ m}^{-1}$. Dan rata-rata terendah pada bulan Agustus 2016 dengan rentang $-0,271 - 0,924 \text{ m}^{-1}$ dan rata-rata $0,043 \text{ m}^{-1}$. Sampel terendah terletak di titik 20 (perairan dalam) pada bulan Maret sebesar $-0,173 \text{ m}^{-1}$. Sedangkan tertinggi di titik 2 (*inlet*) pada bulan November sebesar $0,528 \text{ m}^{-1}$.



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi CDOM di Danau Towuti

4.2. Hasil Pengolahan Landsat 8

4.2.1 Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer yang dilakukan adalah menggunakan metode 6SV. Adapun hasil perhitungan dari 6S yaitu berupa koefisien X_a , X_b , X_c yang digunakan dalam perhitungan $Rrs(\lambda)$ yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.10 Daftar Koefisien X_a , X_b dan X_c

| <i>Band</i> | X_a | X_b | X_c |
|--------------|-------|-------|-------|
| <i>Blue</i> | 0,002 | 0,138 | 0,210 |
| <i>Green</i> | 0,003 | 0,088 | 0,165 |
| <i>Red</i> | 0,003 | 0,062 | 0,138 |
| <i>NIR</i> | 0,004 | 0,041 | 0,110 |

Dengan hasilnya setelah dikoreksi menunjukkan nilai antara $0 \leq Rrs(\lambda) \leq 1$. Hal ini didasarkan menurut Jaelani (2015) nilai $Rrs(\lambda)$ yaitu $0 \leq Rrs(\lambda) \leq 1$.

Tabel 4.11 Nilai $Rrs(\lambda)$

| <i>Band</i> | <i>Rrs(λ)</i> | |
|--------------|----------------------------------|-------|
| | Min | Maks |
| <i>Blue</i> | 0,000 | 0,506 |
| <i>Green</i> | 0,000 | 0,509 |
| <i>Red</i> | 0,000 | 0,510 |
| <i>NIR</i> | 0,000 | 0,484 |

4.2.5 Hasil Ekstraksi Parameter Kualitas Air

Hasil dari keseluruhan nilai yang dihasilkan dari algoritma TSS, Chl-a, dan CDOM yang diambil dari beberapa referensi memiliki bisa dilihat di lampiran. Pengambilan sampel titik masing-masing 30 untuk Danau Towuti dan Matano. Pada titik sampel tersebut dibedakan berdasarkan kondisi perairan dalam, dangkal dan aliran sungai yang masuk (*inlet*) atau keluar danau (*outlet*). Secara keseluruhan hampir sama nilai dengan hasil Sentinel.

4.3. Uji Korelasi Sentinel 2 dan Landsat 8

Uji korelasi dilakukan menggunakan data citra Landsat 8 dan citra Sentinel-2 pada tanggal perekaman yang sama, 8 Desember 2016. Uji korelasi menggunakan 60 titik sampel citra masing-masing 30 titik di Danau Towuti dan Matano. Hal ini digunakan untuk melihat sejauh mana hubungan kedekatan algoritma Landsat 8 untuk diterapkan di Sentinel-2.

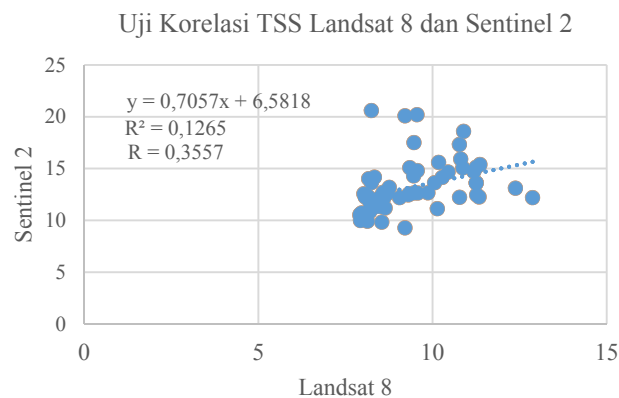
Untuk uji korelasi TSS, data hasil olahan TSS citra Sentinel 2 dan Landsat 8 didapatkan korelasi sebesar 0,36. Sehingga hubungan antara nilai TSS Sentinel 2 dan Landsat 8 rendah berdasarkan pedoman untuk interpretasi koefisien korelasi (Sarwono, 2006). Hal ini disebabkan karena algoritma TSS yang telah dikembangkan berbeda lokasi

dengan studi penelitian ini yaitu di perairan Poteran dan Gili Iyang.

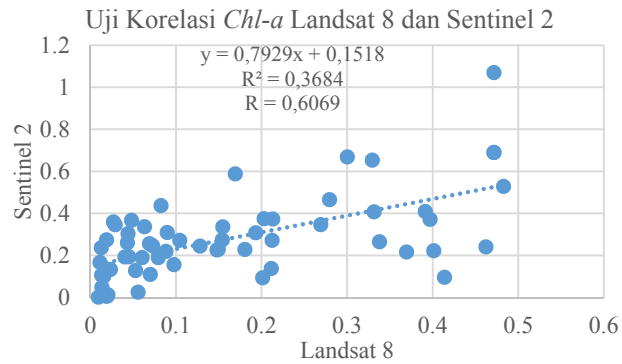
Selanjutnya untuk uji korelasi *Chl-a*, data hasil olahan *Chl-a* citra Sentinel 2 dan Landsat 8 didapatkan korelasi sebesar 0,61. Sehingga hubungan antara nilai *Chl-a* Sentinel 2 dan Landsat 8 tergolong kuat berdasarkan pedoman untuk interpretasi koefisien korelasi (Sarwono, 2006). Hal ini disebabkan karena algoritma TSS yang telah dikembangkan dengan lokasi yang sama dengan studi penelitian di Danau Towuti dan Matano.

Untuk uji korelasi CDOM, data hasil olahan CDOM citra Sentinel 2 dan Landsat 8 didapatkan korelasi sebesar 0,39. Sehingga hubungan antara nilai CDOM Sentinel 2 dan Landsat 8 tergolong rendah berdasarkan pedoman untuk interpretasi koefisien korelasi (Sarwono, 2006). Hal ini disebabkan karena algoritma TSS yang telah dikembangkan dengan lokasi yang berbeda dengan studi penelitian yaitu di perairan pantai Timur Laut US.

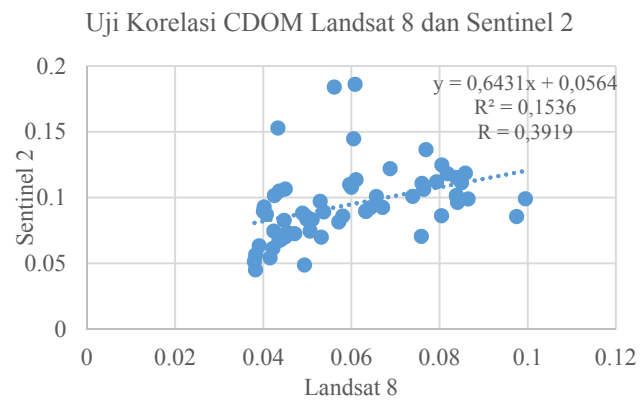
Berikut adalah grafik uji korelasi antara data citra Landsat 8 dan Sentinel 2:



Gambar 4.7 Grafik Korelasi TSS Citra Landsat 8 dan Sentinel 2



Gambar 4.8 Grafik Korelasi *Chl-a* Citra Landsat 8 dan Sentinel 2



Gambar 4.9 Grafik Korelasi CDOM Citra Landsat 8 dan Sentinel 2

Regresi linier diatas digunakan untuk mengetahui perhitungan rumus korelasi antara data konsentrasi (TSS, *Chl-a* dan CDOM) Sentinel dan Landsat 8. Y adalah hasil konsentrasi (TSS, *Chl-a* dan CDOM) Sentinel, dan x adalah hasil konsentrasi (TSS, *Chl-a* dan CDOM) Landsat 8.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, I.S. 2009. *Studi Perubahan Muatan Padatan Tersuspensi (TSM) Di Selat Madura Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bézy, J, S Delwart, and M Rast. 2000. "MERIS – A New Generation of Ocean- Colour Sensor Onboard Envisat", no. 2001: 48–56.
- Barus, T.A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau, Departemen Biologi Fakultas MIPA USU, Medan: USU Press.
- Brewin, Robert J W, Shubha Sathyendranath, Dagmar Müller, Carsten Brockmann, Pierre-yves Deschamps, Emmanuel Devred, Roland Doerffer, et al. 2013. "Remote Sensing of Environment The Ocean Colour Climate Change Initiative : III . A Round-Robin Comparison on in-Water Bio-Optical Algorithms." *Remote Sensing of Environment*. Elsevier Inc., 1–24. doi:10.1016/j.rse.2013.09.016.
- Bidayah, Ulfatul. 2011. Studi Tingkat Kekeruhan Air Di Muara Sungai Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Citra Satelit Aqua Modis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Budhiman, S. 2012. PerKanalangan Karakteristik Spektral (Spektral Signature) Parameter Kualitas Perairan Pada Kanal LANDSAT ETM+ dan Envisat MERIS. *PerKanalangan Karakteristik Spektral (Spektral Signature) Parameter Kualitas Perairan Pada Kanal LANDSAT ETM+ Dan Envisat MERIS*, 9(2), 76–89.
- Corbett, Catherine A. 2007. *Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)*. Florida.
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra Digital : Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Devlin, Robert M. 1975. *Plant Physiology Third Edition*. New York : D. Van Nostrand.
- ESA. 2015. *SENTINEL-2 User Handbook*. European Space Agency.
- Ginting, O .2011. Studi Korelasi Kegiatan Budidaya Ikan Keramba Jaring Apung dengan Pengayaan Nutrien (Nitrat dan Fosfat) dan Klorofil-a di Perairan Danau Toba. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hartono. 2007. Ebook *Geografi: Jelajah Bumi dan Alam Semesta untuk Kelas X SMA/MA Program Ilmu Pengetahuan Sosial*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Herfinalis. 2005. "Kandungan Total Suspended Solid Dan Sedimen Di Dasar Perairan Panimbang." *Makara Sains* 9 (2): 45–51.
- Jaelani, L.M., Setiawan, F., dan Matsushita, B. 2015. "Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data In Situ Di Danau Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat." *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015*, February: 467. doi:10.13140/RG.2.1.1391.9446.
- Jaelani, L.M., Matsushita, B., Yang, W., dan Fukushima, T. 2013. "Evaluation of Four MERIS Atmospheric Correction Algorithms in Lake Kasumigaura, Japan." *International Journal of Remote Sensing* 34 (24). Taylor & Francis: 8967–85. doi:10.1080/01431161.2013.860660.
- Jaelani, L.M., Setiawan, F., Wibowo, H., Apip. 2015. Pemetaan Distribusi Spasial Konsentrasi Klorofil-A dengan Landsat 8 di Danau Matano dan Danau Towuti, Sulawesi Selatan ; *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia XX*, Bogor.
- Jaelani, L. M., Limehuwey, R., Kurniadin, N., & Pamungkas, A. (2016). Estimation of TSS and Chl - a Concentration from Landsat 8 - OLI : The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm, 27(1), 16–23.

- Jaelani, L. M., Matsushita, B., Yang, W., & Fukushima, T. (2015). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation An improved atmospheric correction algorithm for applying MERIS data to very turbid inland waters. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 39, 128–141. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.03.004>
- Jensen, J. R. (1986). *Introductory Digital Image Processing – a Remote Sensing Prespective*. London: Prentice Hall.
- Jonathan, Sarwono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta :Graha Ilmu
- KLH. 2010. Panduan Valuasi Ekonomi Ekosistem Danau/Waduk. Jakarta.
- KLH. 2014. Gerakan Penyelamatan Danau Matano. Jakarta.
- Marganof. 2007. “Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat”. *damandiri.go.id*.
- Maninno, A., Russ, M.E., Hooker, S.B. 2008. Algorithm development and validation for satellite-derived distributions of DOC and CDOM in the U.S. Middle Atlantic Bight. *Journal of Geophysical Research*.
- Nasution, S. H., 2004. Distribusi dan Perkembangan Gonad Ikan Endemik Rainbow Selebensis, *Telmatherina celebensis* Bounlenger di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. Tesis Program Pascasarjana. IPB. Bogor
- National Land and Water Resources Audit. 2008. *Estuarine, Coastal, and Marine Habitat Integrity*. Australia : Australian Government.
- Odum, E.P. 1994. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Purwadhi, H. 2010. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Jakarta: Lapan-UNNES.
- Rollin, E. M., & Milton, E. J. 1998. Processing of high spectral resolution reflectance data for the retrieval of canopy water

- content information. *Remote Sensing of Environment*, 65, 86–92.
- Roshisati, I. 2002. Distribusi Spasial Biomassa Fitoplankton (Klorofil-*a*) di Perairan Teluk Lampung pada Bulan Mei, Juli, dan September 2001. Program Studi MSP. FPIK. IPB. Bogor. 71 hal. Skripsi (tidak di publikasikan).
- SEAFast. 2012. “Hijau Klorofil.” In *Pewarna Alami Untuk Pangan*, 58–69. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sumarwoto, O., D. Silalahi, dan S. Sukimin. 2004. Menanganinya Harus Ada Langkah Nyata: Waduk & Danau Kini Terancam Punah. <http://www.kompas.com>.
- Susiati, Heni, Eko Kusratmoko, and Aris Poniman. 2010. “Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh Di Perairan Pesisir Semenanjung Muria, Jepara.” *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* 13 (1): 72–79.
- Suwanto, Arif. 2011. *Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2010-2014*. Kementerian Lingkungan Hidup : Jakarta.
- Syariz, M.A. 2015. Analisis Perubahan Kualitas Air Dan Tutupan Lahan Sempadan Danau Dengan Menggunakan Citra Medium Resolution Imaging Spectrometer (Meris) (Studi Kasus: Danau Sentani, Jayapura). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Vaillant, J., Haffner, G., Cristescu, M. 2011. The Ancient Lakes of Indonesia: Towards Integrated Research on Speciation. *Integr Comp Biol* (2011) 51 (4): 634-643.
- <<http://6s.ltdri.org>> diakses pada hari Kamis, 9 Februari 2017, jam 03:40 WIB.
- <<http://www.tanahairindonesia.com>> diakses pada hari Selasa, 14 Februari 2017, jam 08.14 WIB.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Sebaran Nilai Parameter Kualitas Perairan Darat Menggunakan Data Sentinel-2A
Tabel Data Sebaran Konsentrasi TSS di Danau Matano

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (mg/L) | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,535 | 121,475 | 23,518 | 22,257 | 24,950 | 24,307 | 14,819 | 13,603 | 17,620 | 24,788 | inlet |
| pin_2 | -2,535 | 121,475 | 21,797 | 21,134 | 25,670 | 29,912 | 14,672 | 13,603 | 18,172 | 23,403 | inlet |
| pin_3 | -2,535 | 121,475 | 21,243 | 20,136 | 22,994 | 25,438 | 16,216 | 15,120 | 18,299 | 23,790 | inlet |
| pin_4 | -2,532 | 121,473 | 20,865 | 16,928 | 18,023 | 21,642 | 13,051 | 14,139 | 14,825 | 23,751 | Perairan dangkal |
| pin_5 | -2,531 | 121,470 | 19,644 | 15,764 | 16,958 | 16,613 | 19,032 | 15,377 | 15,792 | 18,980 | Perairan dangkal |
| pin_6 | -2,518 | 121,464 | 20,952 | 16,302 | 14,829 | 14,709 | 15,228 | 13,614 | 13,702 | 20,168 | Perairan dangkal |
| pin_7 | -2,564 | 121,428 | 19,504 | 19,024 | 19,193 | 16,656 | 15,823 | 14,650 | 13,154 | 15,661 | Perairan dangkal |
| pin_8 | -2,560 | 121,414 | 14,662 | 20,778 | 18,690 | 21,771 | 14,032 | 12,447 | 18,073 | 16,044 | Perairan dangkal |
| pin_9 | -2,543 | 121,444 | 9,931 | 16,304 | 12,354 | 15,035 | 17,309 | 15,913 | 14,282 | 15,821 | Perairan dangkal |
| pin_10 | -2,535 | 121,440 | 15,943 | 12,349 | 11,579 | 7,197 | 11,265 | 14,706 | 12,506 | 13,045 | Perairan dangkal |
| pin_11 | -2,548 | 121,422 | 15,221 | 15,395 | 16,749 | 16,172 | 11,680 | 18,580 | 16,221 | 17,215 | Perairan dangkal |
| pin_12 | -2,525 | 121,444 | 14,681 | 12,173 | 11,703 | 3,275 | 13,047 | 12,629 | 13,266 | 11,776 | Perairan dalam |
| pin_13 | -2,511 | 121,446 | 15,692 | 13,308 | 11,976 | 8,693 | 14,244 | 12,629 | 14,067 | 11,537 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (mg/L) | | | | | | | | |
| pin_14 | -2,477 | 121,410 | 15,130 | 12,295 | 4,035 | 8,110 | 12,460 | 13,180 | 13,247 | 7,078 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,450 | 121,340 | 16,081 | 11,699 | 13,039 | 8,942 | 13,765 | 12,571 | 12,477 | 15,490 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,433 | 121,304 | 16,150 | 4,178 | 3,853 | 5,910 | 14,219 | 12,098 | 14,953 | 8,917 | Perairan dangkal |
| pin_17 | -2,430 | 121,249 | 17,261 | 9,682 | 4,002 | 4,276 | 15,140 | 11,378 | 13,986 | 5,204 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,446 | 121,245 | 14,391 | 12,916 | 9,757 | 9,701 | 11,206 | 20,595 | 14,065 | 12,427 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,444 | 121,276 | 15,618 | 10,531 | 7,622 | 10,397 | 13,353 | 14,011 | 13,582 | 11,598 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,450 | 121,301 | 15,286 | 4,140 | 8,273 | 10,808 | 13,272 | 12,087 | 12,062 | 10,530 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,463 | 121,321 | 15,200 | 10,974 | 11,055 | 10,703 | 12,672 | 12,449 | 13,280 | 11,252 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,468 | 121,340 | 13,456 | 12,032 | 6,856 | 9,803 | 13,345 | 12,181 | 12,958 | 11,988 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,473 | 121,362 | 15,030 | 12,002 | 4,591 | 8,816 | 13,738 | 11,335 | 13,004 | 13,581 | Perairan dalam |
| pin_24 | -2,489 | 121,387 | 14,522 | 11,880 | 7,646 | 7,836 | 13,509 | 12,610 | 14,026 | 9,380 | Perairan dalam |
| pin_25 | -2,500 | 121,410 | 13,853 | 11,888 | 8,025 | 9,832 | 13,860 | 14,157 | 13,628 | 7,469 | Perairan dalam |
| pin_26 | -2,514 | 121,427 | 15,292 | 12,349 | 9,907 | 6,195 | 12,323 | 11,483 | 13,450 | 11,451 | Perairan dalam |
| pin_27 | -2,517 | 121,414 | 14,748 | 11,646 | 11,513 | 9,297 | 13,219 | 13,633 | 12,088 | 11,802 | Perairan dalam |
| pin_28 | -2,513 | 121,395 | 13,573 | 11,960 | 7,034 | 9,354 | 12,335 | 12,327 | 12,449 | 14,982 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,506 | 121,381 | 13,883 | 12,423 | 4,921 | 10,255 | 13,961 | 12,549 | 15,267 | 16,310 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,494 | 121,366 | 14,386 | 11,797 | 6,106 | 8,327 | 13,382 | 11,184 | 14,306 | 10,939 | Perairan dalam |

Tabel Data Sebaran Konsentrasi Chl-a di Danau Matano

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (µg/L) | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,535 | 121,475 | 0,267 | 0,160 | 0,107 | 0,000 | 0,196 | 0,689 | 0,411 | 0,389 | <i>inlet</i> |
| pin_2 | -2,535 | 121,475 | 0,327 | 0,387 | 0,291 | 0,001 | 0,195 | 0,689 | 0,346 | 0,515 | <i>inlet</i> |
| pin_3 | -2,535 | 121,475 | 0,273 | 0,107 | 0,016 | 0,000 | 0,188 | 1,070 | 0,344 | 0,380 | <i>inlet</i> |
| pin_4 | -2,532 | 121,473 | 0,257 | 0,043 | 0,000 | 0,000 | 0,323 | 0,528 | 0,148 | 0,265 | Perairan dangkal |
| pin_5 | -2,531 | 121,470 | 0,187 | 0,059 | 0,000 | 0,236 | 0,163 | 0,096 | 0,210 | 0,000 | Perairan dangkal |
| pin_6 | -2,518 | 121,464 | 0,253 | 0,089 | 0,000 | 0,236 | 0,633 | 0,240 | 0,370 | 0,417 | Perairan dangkal |
| pin_7 | -2,564 | 121,428 | 0,190 | 0,187 | 0,000 | 0,000 | 0,244 | 0,407 | 0,230 | 0,159 | Perairan dangkal |
| pin_8 | -2,560 | 121,414 | 0,436 | 0,000 | 0,010 | 1,903 | 0,320 | 0,371 | 0,307 | 0,232 | Perairan dangkal |
| pin_9 | -2,543 | 121,444 | 0,675 | 0,002 | 0,000 | 0,236 | 0,249 | 0,222 | 0,218 | 0,076 | Perairan dangkal |
| pin_10 | -2,535 | 121,440 | 0,275 | 0,210 | 0,004 | 0,236 | 1,066 | 0,408 | 0,426 | 0,691 | Perairan dangkal |
| pin_11 | -2,548 | 121,422 | 0,190 | 0,020 | 0,099 | 0,236 | 0,211 | 0,265 | 0,419 | 0,402 | Perairan dangkal |
| pin_12 | -2,525 | 121,444 | 0,211 | 0,056 | 0,000 | 0,236 | 0,198 | 0,668 | 0,485 | 0,469 | Perairan dalam |
| pin_13 | -2,511 | 121,446 | 0,307 | 0,093 | 0,000 | 0,236 | 0,433 | 0,653 | 0,305 | 0,000 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,477 | 121,410 | 0,373 | 0,186 | 0,236 | 0,236 | 0,232 | 0,374 | 0,348 | 0,236 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,450 | 121,340 | 0,347 | 0,000 | 0,236 | 0,236 | 0,173 | 0,346 | 0,452 | 0,236 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (µg/L) | | | | | | | | |
| pin_16 | -2,433 | 121,304 | 0,367 | 0,236 | 0,236 | 0,236 | 0,222 | 0,373 | 0,607 | 0,000 | Perairan dangkal |
| pin_17 | -2,430 | 121,249 | 0,384 | 0,327 | 0,236 | 0,236 | 0,323 | 0,272 | 0,606 | 0,236 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,446 | 121,245 | 0,258 | 0,459 | 2,075 | 0,958 | 0,446 | 0,189 | 0,515 | 1,400 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,444 | 121,276 | 0,224 | 1,000 | 0,236 | 1,446 | 0,230 | 0,246 | 0,552 | 1,024 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,450 | 121,301 | 0,228 | 2,075 | 0,236 | 0,460 | 0,296 | 0,229 | 0,683 | 1,627 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,463 | 121,321 | 0,192 | 0,696 | 0,236 | 0,400 | 0,236 | 0,307 | 0,608 | 1,871 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,468 | 121,340 | 0,189 | 0,323 | 0,236 | 0,820 | 0,251 | 0,271 | 0,754 | 1,200 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,473 | 121,362 | 0,189 | 0,233 | 0,236 | 0,821 | 0,236 | 0,244 | 0,556 | 0,716 | Perairan dalam |
| pin_24 | -2,489 | 121,387 | 0,247 | 0,232 | 0,236 | 1,459 | 0,218 | 0,226 | 0,382 | 0,713 | Perairan dalam |
| pin_25 | -2,500 | 121,410 | 0,152 | 0,186 | 0,236 | 1,549 | 0,208 | 0,437 | 0,514 | 2,143 | Perairan dalam |
| pin_26 | -2,514 | 121,427 | 0,162 | 0,163 | 0,417 | 1,662 | 0,282 | 0,587 | 0,425 | 0,915 | Perairan dalam |
| pin_27 | -2,517 | 121,414 | 0,150 | 0,153 | 1,459 | 1,871 | 0,223 | 0,336 | 0,562 | 0,694 | Perairan dalam |
| pin_28 | -2,513 | 121,395 | 0,152 | 0,196 | 0,236 | 0,392 | 0,221 | 0,367 | 0,394 | 1,151 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,506 | 121,381 | 0,249 | 0,133 | 0,236 | 1,077 | 0,163 | 0,255 | 0,313 | 0,765 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,494 | 121,366 | 0,188 | 0,128 | 0,236 | 1,967 | 0,183 | 0,273 | 0,608 | 0,661 | Perairan dalam |

Tabel Data Sebaran Konsentrasi CDOM di Danau Matano

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (m ⁻¹) | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,535 | 121,475 | 0,207 | 0,192 | 0,233 | 0,260 | 0,109 | 0,101 | 0,142 | 0,258 | <i>inlet</i> |
| pin_2 | -2,535 | 121,475 | 0,186 | 0,179 | 0,243 | 0,000 | 0,109 | 0,101 | 0,147 | 0,229 | <i>inlet</i> |
| pin_3 | -2,535 | 121,475 | 0,180 | 0,170 | 0,210 | 0,299 | 0,114 | 0,115 | 0,149 | 0,234 | <i>inlet</i> |
| pin_4 | -2,532 | 121,473 | 0,181 | 0,138 | 0,154 | 0,201 | 0,101 | 0,106 | 0,114 | 0,227 | Perairan dangkal |
| pin_5 | -2,531 | 121,470 | 0,168 | 0,124 | 0,141 | 0,139 | 0,175 | 0,119 | 0,126 | 0,166 | Perairan dangkal |
| pin_6 | -2,518 | 121,464 | 0,177 | 0,129 | 0,115 | 0,114 | 0,115 | 0,101 | 0,102 | 0,184 | Perairan dangkal |
| pin_7 | -2,564 | 121,428 | 0,131 | 0,169 | 0,171 | 0,138 | 0,124 | 0,111 | 0,103 | 0,125 | Perairan dangkal |
| pin_8 | -2,560 | 121,414 | 0,110 | 0,200 | 0,160 | 0,231 | 0,106 | 0,096 | 0,150 | 0,129 | Perairan dangkal |
| pin_9 | -2,543 | 121,444 | 0,067 | 0,135 | 0,081 | 0,120 | 0,126 | 0,125 | 0,108 | 0,128 | Perairan dangkal |
| pin_10 | -2,535 | 121,440 | 0,126 | 0,082 | 0,068 | -0,039 | 0,073 | 0,111 | 0,085 | 0,090 | Perairan dangkal |
| pin_11 | -2,548 | 121,422 | 0,118 | 0,123 | 0,139 | 0,137 | 0,099 | 0,118 | 0,133 | 0,149 | Perairan dangkal |
| pin_12 | -2,525 | 121,444 | 0,112 | 0,080 | 0,072 | -0,252 | 0,093 | 0,093 | 0,097 | 0,070 | Perairan dalam |
| pin_13 | -2,511 | 121,446 | 0,122 | 0,097 | 0,076 | 0,001 | 0,107 | 0,092 | 0,105 | 0,068 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,477 | 121,410 | 0,115 | 0,086 | -0,207 | -0,009 | 0,084 | 0,097 | 0,095 | -0,034 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,450 | 121,340 | 0,129 | 0,069 | 0,088 | 0,013 | 0,102 | 0,089 | 0,084 | 0,132 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,433 | 121,304 | 0,131 | -0,199 | -0,217 | -0,080 | 0,107 | 0,083 | 0,116 | 0,009 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (m ⁻¹) | | | | | | | | |
| pin_17 | -2,430 | 121,249 | 0,142 | 0,035 | -0,208 | -0,158 | 0,116 | 0,073 | 0,105 | -0,120 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,446 | 121,245 | 0,109 | 0,090 | 0,033 | 0,032 | 0,080 | 0,153 | 0,105 | 0,078 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,444 | 121,276 | 0,124 | 0,049 | -0,030 | 0,045 | 0,097 | 0,105 | 0,100 | 0,065 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,450 | 121,301 | 0,120 | -0,201 | -0,009 | 0,057 | 0,096 | 0,084 | 0,081 | 0,045 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,463 | 121,321 | 0,118 | 0,058 | 0,051 | 0,054 | 0,088 | 0,090 | 0,095 | 0,054 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,468 | 121,340 | 0,098 | 0,079 | -0,057 | 0,035 | 0,096 | 0,086 | 0,090 | 0,070 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,473 | 121,362 | 0,117 | 0,080 | -0,178 | 0,017 | 0,101 | 0,075 | 0,095 | 0,097 | Perairan dalam |
| pin_24 | -2,489 | 121,387 | 0,110 | 0,081 | -0,028 | -0,014 | 0,103 | 0,089 | 0,105 | 0,022 | Perairan dalam |
| pin_25 | -2,500 | 121,410 | 0,103 | 0,079 | -0,017 | 0,033 | 0,103 | 0,106 | 0,099 | -0,028 | Perairan dalam |
| pin_26 | -2,514 | 121,427 | 0,118 | 0,085 | 0,040 | -0,069 | 0,083 | 0,083 | 0,098 | 0,062 | Perairan dalam |
| pin_27 | -2,517 | 121,414 | 0,112 | 0,076 | 0,061 | 0,017 | 0,102 | 0,102 | 0,080 | 0,068 | Perairan dalam |
| pin_28 | -2,513 | 121,395 | 0,101 | 0,078 | -0,048 | 0,027 | 0,085 | 0,093 | 0,087 | 0,120 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,506 | 121,381 | 0,104 | 0,086 | -0,131 | 0,042 | 0,104 | 0,090 | 0,116 | 0,144 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,494 | 121,366 | 0,109 | 0,076 | -0,081 | 0,003 | 0,097 | 0,070 | 0,108 | 0,053 | Perairan dalam |

Tabel Data Sebaran Konsentrasi TSS di Danau Towuti

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | mg/L | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,713 | 121,308 | 17,400 | 18,259 | 12,690 | 16,246 | 13,839 | 13,090 | 16,789 | 14,968 | Inlet |
| pin_2 | -2,657 | 121,432 | 20,262 | 22,834 | 22,421 | 25,584 | 19,739 | 15,058 | 20,087 | 18,344 | Inlet |
| pin_3 | -2,664 | 121,529 | 20,422 | 26,391 | 29,048 | 25,071 | 21,975 | 17,311 | 23,446 | 24,146 | Inlet |
| pin_4 | -2,802 | 121,564 | 24,649 | 22,543 | 24,160 | 20,551 | 15,143 | 15,585 | 20,417 | 23,619 | Inlet |
| pin_5 | -2,843 | 121,557 | 24,966 | 23,413 | 25,863 | 21,242 | 17,236 | 20,194 | 25,068 | 24,604 | Inlet |
| pin_6 | -2,885 | 121,512 | 31,174 | 22,014 | 23,447 | 22,292 | 12,010 | 20,085 | 18,111 | 21,974 | Inlet |
| pin_7 | -2,713 | 121,497 | 13,669 | 11,461 | 9,291 | 9,300 | 12,919 | 10,841 | 11,812 | 11,071 | Perairan dalam |
| pin_8 | -2,717 | 121,589 | 15,812 | 10,979 | 11,400 | 10,060 | 13,438 | 11,045 | 12,186 | 12,899 | Perairan dalam |
| pin_9 | -2,878 | 121,460 | 14,470 | 10,820 | 12,370 | 9,304 | 13,214 | 10,568 | 10,889 | 11,661 | Perairan dalam |
| pin_11 | -2,808 | 121,419 | 16,384 | 11,051 | 10,556 | 9,945 | 12,641 | 12,654 | 14,126 | 10,934 | Inlet |
| pin_12 | -2,929 | 121,389 | 15,533 | 14,764 | 11,344 | 14,395 | 14,965 | 12,694 | 12,585 | 13,210 | Perairan dangkal |
| pin_13 | -2,917 | 121,404 | 19,051 | 13,620 | 12,578 | 12,670 | 12,789 | 12,183 | 11,831 | 12,313 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,882 | 121,395 | 14,110 | 11,979 | 12,450 | 12,076 | 13,651 | 11,739 | 11,424 | 12,462 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,869 | 121,402 | 14,332 | 11,430 | 13,527 | 11,670 | 12,664 | 11,464 | 12,709 | 11,464 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,673 | 121,426 | 16,440 | 18,182 | 16,507 | 16,931 | 15,499 | 12,213 | 12,904 | 13,590 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | mg/L | | | | | | | | |
| pin_17 | -2,803 | 121,399 | 23,553 | 22,029 | 23,511 | 16,044 | 16,104 | 9,269 | 13,856 | 16,363 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,690 | 121,476 | 14,342 | 14,408 | 15,612 | 10,532 | 14,333 | 11,118 | 14,562 | 15,555 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,709 | 121,548 | 15,634 | 6,042 | 17,063 | 9,917 | 14,663 | 9,816 | 14,171 | 14,757 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,697 | 121,577 | 15,948 | 12,384 | 4,707 | 9,904 | 13,988 | 11,301 | 10,372 | 12,340 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,852 | 121,467 | 15,423 | 11,218 | 13,243 | 9,387 | 13,124 | 10,430 | 11,677 | 10,925 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,827 | 121,524 | 14,244 | 12,356 | 10,164 | 8,768 | 12,663 | 10,392 | 10,670 | 11,511 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,666 | 121,420 | 24,326 | 37,094 | 35,434 | 29,004 | 19,623 | 15,077 | 19,470 | 17,395 | Inlet |
| pin_24 | -2,669 | 121,417 | 22,049 | 33,325 | 24,850 | 26,250 | 19,043 | 12,248 | 20,590 | 18,045 | Inlet |
| pin_25 | -2,786 | 121,585 | 20,514 | 26,965 | 22,324 | 17,556 | 16,696 | 14,281 | 17,313 | 19,678 | Perairan dangkal |
| pin_26 | -2,790 | 121,578 | 23,533 | 23,135 | 26,721 | 19,949 | 15,334 | 14,790 | 20,070 | 19,315 | Perairan dangkal |
| pin_27 | -2,816 | 121,560 | 18,801 | 20,009 | 20,786 | 16,219 | 15,551 | 17,495 | 16,587 | 18,417 | Perairan dangkal |
| pin_28 | -2,734 | 121,555 | 14,966 | 11,395 | 10,281 | 8,695 | 13,391 | 10,703 | 12,239 | 12,342 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,741 | 121,486 | 15,599 | 10,488 | 11,418 | 8,326 | 18,928 | 9,911 | 11,373 | 10,831 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,849 | 121,494 | 15,204 | 11,763 | 12,214 | 8,742 | 12,955 | 9,974 | 12,368 | 12,821 | Perairan dalam |
| pin_31 | -2,688 | 121,652 | 16,338 | 22,158 | 9,719 | 11,726 | 14,084 | 12,247 | 13,441 | 17,252 | Perairan dalam |

Tabel Data Sebaran Konsentrasi Chl-a di Danau Towuti

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (µg/L) | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,713 | 121,308 | 0,407 | 0,139 | 0,357 | 0,232 | 0,326 | 0,465 | 0,350 | 0,556 | Inlet |
| pin_2 | -2,657 | 121,432 | 0,528 | 0,492 | 0,297 | 0,059 | 0,237 | 0,335 | 0,253 | 0,088 | Inlet |
| pin_3 | -2,664 | 121,529 | 0,292 | 0,151 | 0,000 | 0,000 | 0,131 | 0,025 | 0,041 | 0,016 | Inlet |
| pin_4 | -2,802 | 121,564 | 0,771 | 0,587 | 0,346 | 0,000 | 0,356 | 0,012 | 0,007 | 0,002 | Inlet |
| pin_5 | -2,843 | 121,557 | 0,321 | 0,151 | 0,090 | 0,000 | 0,244 | 0,006 | 0,008 | 0,014 | Inlet |
| pin_6 | -2,885 | 121,512 | 0,351 | 0,382 | 0,370 | 0,000 | 0,336 | 0,001 | 0,293 | 0,002 | Inlet |
| pin_7 | -2,713 | 121,497 | 0,144 | 0,484 | 0,867 | 0,002 | 0,266 | 0,260 | 0,331 | 0,130 | Perairan dalam |
| pin_8 | -2,717 | 121,589 | 0,121 | 0,236 | 0,236 | 0,536 | 0,304 | 0,193 | 0,434 | 0,108 | Perairan dalam |
| pin_9 | -2,878 | 121,460 | 0,224 | 0,788 | 0,146 | 0,452 | 0,309 | 0,236 | 0,312 | 0,215 | Perairan dalam |
| pin_11 | -2,808 | 121,419 | 0,058 | 0,000 | 0,566 | 0,236 | 0,272 | 0,228 | 0,304 | 0,160 | Inlet |
| pin_12 | -2,929 | 121,389 | 0,224 | 0,236 | 0,295 | 0,060 | 0,376 | 0,192 | 0,263 | 0,109 | Perairan dangkal |
| pin_13 | -2,917 | 121,404 | 0,327 | 0,399 | 0,078 | 0,199 | 0,375 | 0,156 | 0,346 | 0,189 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,882 | 121,395 | 0,130 | 0,040 | 0,032 | 0,000 | 0,320 | 0,127 | 0,038 | 0,001 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,869 | 121,402 | 0,118 | 0,000 | 0,044 | 0,032 | 0,377 | 0,189 | 0,398 | 0,044 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (µg/L) | | | | | | | | |
| pin_16 | -2,673 | 121,426 | 0,183 | 0,000 | 0,021 | 0,210 | 0,348 | 0,137 | 0,429 | 0,144 | Perairan dangkal |
| pin_17 | -2,803 | 121,399 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,196 | 0,303 | 0,342 | 0,018 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,690 | 121,476 | 0,125 | 0,236 | 1,459 | 0,236 | 0,314 | 0,093 | 0,491 | 0,215 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,709 | 121,548 | 0,154 | 1,302 | 0,236 | 1,787 | 0,319 | 0,109 | 0,657 | 0,261 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,697 | 121,577 | 0,188 | 1,077 | 0,236 | 1,731 | 0,332 | 0,309 | 0,968 | 0,124 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,852 | 121,467 | 0,230 | 0,452 | 0,554 | 0,236 | 0,287 | 0,132 | 0,518 | 0,260 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,827 | 121,524 | 0,144 | 0,357 | 0,236 | 1,731 | 0,320 | 0,048 | 0,499 | 0,163 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,666 | 121,420 | 0,874 | 1,400 | 0,416 | 0,000 | 0,205 | 0,219 | 0,154 | 0,080 | Inlet |
| pin_24 | -2,669 | 121,417 | 0,549 | 1,110 | 1,148 | 0,000 | 0,189 | 0,216 | 0,055 | 0,103 | Inlet |
| pin_25 | -2,786 | 121,585 | 0,039 | 0,000 | 0,153 | 0,009 | 0,280 | 0,100 | 0,130 | 0,098 | Perairan dangkal |
| pin_26 | -2,790 | 121,578 | 0,004 | 0,000 | 0,146 | 0,000 | 0,334 | 0,106 | 0,011 | 0,018 | Perairan dangkal |
| pin_27 | -2,816 | 121,560 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,302 | 0,005 | 0,057 | 0,012 | Perairan dangkal |
| pin_28 | -2,734 | 121,555 | 0,169 | 1,996 | 1,574 | 0,867 | 0,293 | 0,274 | 0,439 | 0,035 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,741 | 121,486 | 0,179 | 1,903 | 1,662 | 1,574 | 0,109 | 0,345 | 0,374 | 0,178 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,849 | 121,494 | 0,212 | 1,459 | 0,649 | 0,000 | 0,255 | 0,166 | 0,252 | 0,124 | Perairan dalam |
| pin_31 | -2,688 | 121,652 | 0,213 | 1,521 | 0,236 | 2,064 | 0,270 | 0,359 | 0,889 | 0,349 | Perairan dalam |

Tabel Data Sebaran Konsentrasi CDOM di Danau Towuti

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (m ⁻¹) | | | | | | | | |
| pin_1 | -2,713 | 121,308 | 0,145 | 0,152 | 0,099 | 0,129 | 0,104 | 0,099 | 0,136 | 0,116 | Inlet |
| pin_2 | -2,657 | 121,432 | 0,528 | 0,202 | 0,190 | 0,341 | 0,161 | 0,112 | 0,170 | 0,148 | Inlet |
| pin_3 | -2,664 | 121,529 | 0,292 | 0,496 | 0,000 | 0,281 | 0,198 | 0,136 | 0,217 | 0,247 | Inlet |
| pin_4 | -2,802 | 121,564 | 0,207 | 0,187 | 0,223 | 0,186 | 0,115 | 0,122 | 0,182 | 0,213 | Inlet |
| pin_5 | -2,843 | 121,557 | 0,268 | 0,228 | 0,334 | 0,201 | 0,131 | 0,186 | 0,352 | 0,251 | Inlet |
| pin_6 | -2,885 | 121,512 | 0,000 | 0,191 | 0,214 | 0,223 | 0,090 | 0,184 | 0,148 | 0,197 | Inlet |
| pin_7 | -2,713 | 121,497 | 0,101 | 0,066 | 0,017 | 0,029 | 0,092 | 0,068 | 0,075 | 0,065 | Perairan dalam |
| pin_8 | -2,717 | 121,589 | 0,127 | 0,057 | 0,061 | 0,042 | 0,098 | 0,067 | 0,078 | 0,089 | Perairan dalam |
| pin_9 | -2,878 | 121,460 | 0,111 | 0,054 | 0,080 | 0,027 | 0,095 | 0,056 | 0,059 | 0,071 | Perairan dalam |
| pin_11 | -2,808 | 121,419 | 0,134 | 0,061 | 0,080 | 0,038 | 0,089 | 0,101 | 0,106 | 0,060 | Inlet |
| pin_12 | -2,929 | 121,389 | 0,125 | 0,115 | 0,091 | 0,110 | 0,115 | 0,088 | 0,086 | 0,094 | Perairan dangkal |
| pin_13 | -2,917 | 121,404 | 0,176 | 0,099 | 0,084 | 0,085 | 0,091 | 0,081 | 0,086 | 0,081 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,882 | 121,395 | 0,106 | 0,074 | 0,084 | 0,078 | 0,101 | 0,075 | 0,069 | 0,082 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,869 | 121,402 | 0,109 | 0,064 | 0,098 | 0,072 | 0,090 | 0,070 | 0,091 | 0,070 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,673 | 121,426 | 0,183 | 0,158 | 0,136 | 0,144 | 0,120 | 0,086 | 0,090 | 0,100 | Perairan dangkal |

| Titik | Latitude | Longitude | Nov-15 | Feb-16 | Mar-16 | Agu-16 | Okt-16 | Des-16 | Feb-17 | Apr-17 | Keterangan |
|--------|----------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | | (m ⁻¹) | | | | | | | | |
| pin_17 | -2,803 | 121,399 | 0,228 | 0,217 | 0,265 | 0,130 | 0,126 | 0,086 | 0,104 | 0,133 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,690 | 121,476 | 0,125 | 0,061 | 0,092 | 0,026 | 0,094 | 0,054 | 0,069 | 0,058 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,709 | 121,548 | 0,108 | 0,080 | 0,038 | 0,015 | 0,089 | 0,051 | 0,054 | 0,068 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,697 | 121,577 | 0,188 | 0,070 | -0,173 | 0,029 | 0,105 | 0,073 | 0,044 | 0,079 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,852 | 121,467 | 0,125 | 0,061 | 0,092 | 0,026 | 0,094 | 0,054 | 0,069 | 0,058 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,827 | 121,524 | 0,183 | 0,401 | 0,204 | 0,149 | 0,128 | 0,108 | 0,145 | 0,171 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,666 | 121,420 | 0,220 | 0,220 | 0,229 | 0,179 | 0,116 | 0,114 | 0,183 | 0,166 | Inlet |
| pin_24 | -2,669 | 121,417 | 0,154 | 0,176 | 0,188 | 0,131 | 0,119 | 0,145 | 0,135 | 0,157 | Inlet |
| pin_25 | -2,786 | 121,585 | 0,117 | 0,063 | 0,040 | 0,014 | 0,099 | 0,063 | 0,080 | 0,081 | Perairan dangkal |
| pin_26 | -2,790 | 121,578 | 0,125 | 0,049 | 0,061 | 0,007 | 0,145 | 0,061 | 0,067 | 0,060 | Perairan dangkal |
| pin_27 | -2,816 | 121,560 | 0,122 | 0,070 | 0,076 | 0,016 | 0,092 | 0,045 | 0,086 | 0,087 | Perairan dangkal |
| pin_28 | -2,734 | 121,555 | 0,184 | 0,113 | 0,170 | -0,044 | 0,107 | 0,063 | 0,091 | 0,099 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,741 | 121,486 | 0,191 | 0,063 | 0,076 | -0,073 | 0,159 | 0,061 | 0,068 | 0,066 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,849 | 121,494 | 0,122 | 0,070 | 0,076 | 0,016 | 0,092 | 0,045 | 0,086 | 0,087 | Perairan dalam |
| pin_31 | -2,688 | 121,652 | 0,213 | 0,400 | 0,018 | 0,065 | 0,106 | 0,087 | 0,095 | 0,154 | Perairan dalam |

Lampiran 2 Data Sebaran Nilai Parameter Kualitas Perairan
Darat Menggunakan Data Landsat 8 (8 Desember 2016)

Tabel Data TSS, *Chl-a* dan CDOM di Danau Towuti

| Titik | Latitude | Longitude | TSS (mg/L) | Chl-a (µg/L) | CDOM (m ⁻¹) | Keterangan |
|--------|----------|-----------|---------------|-----------------|----------------------------|------------------|
| pin_1 | -2,714 | 121,308 | 12,383 | 0,280 | 0,099 | <i>Inlet</i> |
| pin_2 | -2,657 | 121,432 | 10,870 | 0,155 | 0,079 | <i>Inlet</i> |
| pin_3 | -2,664 | 121,529 | 10,773 | 0,056 | 0,077 | <i>Inlet</i> |
| pin_4 | -2,801 | 121,564 | 10,176 | 0,020 | 0,069 | <i>Inlet</i> |
| pin_5 | -2,843 | 121,557 | 9,554 | 0,020 | 0,061 | <i>Inlet</i> |
| pin_6 | -2,884 | 121,512 | 9,211 | 0,009 | 0,056 | <i>Inlet</i> |
| pin_7 | -2,713 | 121,497 | 8,201 | 0,043 | 0,044 | Perairan dalam |
| pin_8 | -2,717 | 121,589 | 8,222 | 0,045 | 0,044 | Perairan dalam |
| pin_9 | -2,878 | 121,460 | 7,918 | 0,013 | 0,038 | Perairan dalam |
| pin_11 | -2,808 | 121,419 | 9,869 | 0,181 | 0,066 | <i>Inlet</i> |
| pin_12 | -2,930 | 121,389 | 8,582 | 0,040 | 0,049 | Perairan dangkal |
| pin_13 | -2,917 | 121,404 | 9,055 | 0,098 | 0,057 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,882 | 121,395 | 8,202 | 0,053 | 0,042 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,869 | 121,402 | 8,254 | 0,061 | 0,045 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,673 | 121,426 | 10,775 | 0,211 | 0,080 | Perairan dangkal |
| pin_17 | -2,803 | 121,399 | 9,208 | 0,044 | 0,058 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,690 | 121,476 | 10,139 | 0,201 | 0,076 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,709 | 121,548 | 8,544 | 0,070 | 0,049 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,697 | 121,577 | 8,366 | 0,090 | 0,047 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,852 | 121,467 | 8,096 | 0,023 | 0,042 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,827 | 121,523 | 7,924 | 0,013 | 0,038 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,666 | 121,420 | 9,347 | 0,088 | 0,060 | <i>Inlet</i> |
| pin_24 | -2,669 | 121,417 | 11,337 | 0,369 | 0,086 | <i>Inlet</i> |
| pin_25 | -2,786 | 121,585 | 9,457 | 0,016 | 0,060 | Perairan dangkal |
| pin_26 | -2,790 | 121,578 | 9,563 | 0,013 | 0,061 | Perairan dangkal |
| pin_27 | -2,816 | 121,560 | 9,469 | 0,018 | 0,061 | Perairan dangkal |
| pin_28 | -2,734 | 121,555 | 7,967 | 0,019 | 0,039 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,741 | 121,486 | 8,131 | 0,029 | 0,042 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,849 | 121,493 | 7,932 | 0,011 | 0,038 | Perairan dalam |
| pin_31 | -2,688 | 121,652 | 8,069 | 0,027 | 0,041 | Perairan dalam |

Tabel Data TSS, *Chl-a* dan CDOM di Danau Matano

| Titik | Latitude | Longitude | TSS (mg/L) | Chl-a ($\mu\text{g/L}$) | CDOM (m^{-1}) | Keterangan |
|--------|----------|-----------|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|
| pin_1 | -2,535 | 121,475 | 11,253 | 0,472 | 0,084 | <i>inlet</i> |
| pin_2 | -2,535 | 121,475 | 11,253 | 0,472 | 0,084 | <i>inlet</i> |
| pin_3 | -2,535 | 121,475 | 11,253 | 0,472 | 0,084 | <i>inlet</i> |
| pin_4 | -2,532 | 121,473 | 10,277 | 0,483 | 0,076 | Perairan dangkal |
| pin_5 | -2,531 | 121,470 | 11,363 | 0,414 | 0,086 | Perairan dangkal |
| pin_6 | -2,518 | 121,464 | 10,060 | 0,462 | 0,074 | Perairan dangkal |
| pin_7 | -2,564 | 121,428 | 10,449 | 0,332 | 0,076 | Perairan dangkal |
| pin_8 | -2,560 | 121,414 | 11,269 | 0,397 | 0,084 | Perairan dangkal |
| pin_9 | -2,543 | 121,444 | 10,811 | 0,401 | 0,081 | Perairan dangkal |
| pin_10 | -2,535 | 121,440 | 11,187 | 0,391 | 0,085 | Perairan dangkal |
| pin_11 | -2,548 | 121,422 | 10,894 | 0,338 | 0,082 | Perairan dangkal |
| pin_12 | -2,525 | 121,444 | 9,578 | 0,300 | 0,067 | Perairan dalam |
| pin_13 | -2,511 | 121,446 | 9,464 | 0,330 | 0,064 | Perairan dangkal |
| pin_14 | -2,477 | 121,410 | 8,758 | 0,203 | 0,053 | Perairan dangkal |
| pin_15 | -2,450 | 121,340 | 9,333 | 0,269 | 0,063 | Perairan dangkal |
| pin_16 | -2,433 | 121,304 | 8,594 | 0,213 | 0,051 | Perairan dangkal |
| pin_17 | -2,430 | 121,249 | 8,288 | 0,104 | 0,045 | Perairan dangkal |
| pin_18 | -2,446 | 121,245 | 8,247 | 0,079 | 0,043 | Perairan dalam |
| pin_19 | -2,444 | 121,276 | 8,168 | 0,073 | 0,044 | Perairan dalam |
| pin_20 | -2,450 | 121,301 | 8,444 | 0,150 | 0,050 | Perairan dalam |
| pin_21 | -2,463 | 121,321 | 9,308 | 0,193 | 0,063 | Perairan dalam |
| pin_22 | -2,468 | 121,340 | 12,875 | 0,212 | 0,097 | Perairan dalam |
| pin_23 | -2,473 | 121,362 | 8,485 | 0,128 | 0,051 | Perairan dalam |
| pin_24 | -2,489 | 121,387 | 8,715 | 0,148 | 0,054 | Perairan dalam |
| pin_25 | -2,500 | 121,410 | 8,333 | 0,083 | 0,045 | Perairan dalam |
| pin_26 | -2,514 | 121,427 | 8,225 | 0,169 | 0,045 | Perairan dalam |
| pin_27 | -2,517 | 121,414 | 8,247 | 0,063 | 0,043 | Perairan dalam |
| pin_28 | -2,513 | 121,395 | 8,141 | 0,048 | 0,040 | Perairan dalam |
| pin_29 | -2,506 | 121,381 | 8,030 | 0,069 | 0,040 | Perairan dalam |
| pin_30 | -2,494 | 121,366 | 8,639 | 0,154 | 0,053 | Perairan dalam |

Lampiran 3 Metadata

Metadata Citra Sentinel-2A 14 Nopember 2015 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd /dpc/app/s2zip/FORMAT_METADATA_TILE_L1C/02.10.02/scripts/../../../../schemas/02.12.05/PSD/S2_PDI.xmlns:n1="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_EPA__20161225T024054_A002059_T51MUS_N02.04</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_EPA__20161225T024054_S20151114T021722_N02.04</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2015-11-14T02:17:22.137Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>EPA</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-12-25T03:44:38.523255Z</ARCHIVING_TIME>
  </n1:General_Info>
  <n1:Geometric_Info>
    - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
      <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
      <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    - <Size resolution="10">
      <NROWS>10980</NROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="20">
      <NROWS>5490</NROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="60">
      <NROWS>1830</NROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    - <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
  - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    - <Sun_Angles_Grid>
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Sun_Angles_Grid>
    - <Mean_Sun_Angle>
      <ZENITH_ANGLE unit="deg">24.4271313555068</ZENITH_ANGLE>
      <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">128.98900615194</AZIMUTH_ANGLE>
    </Mean_Sun_Angle>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
```


Metadata Citra Sentinel-2A 14 Nopember 2015 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd /dpc/app/s2pf/FORMAT_METADATA_TILE_L1C/02.10.02/scripts/../../schemas/02.12.05/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd" xmlns:n1="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <TILE_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_EPA_20161225T024054_A002059_T51MUT_N02.04</TILE_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_EPA_20161225T024054_S20151114T021722_N02.04</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2015-11-14T02:17:22.137Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>EPA</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-12-25T03:44:50.574296Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
  - <Size resolution="10">
    <ROWS>10980</ROWS>
    <NCOLS>10980</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="20">
    <ROWS>5490</ROWS>
    <NCOLS>5490</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="60">
    <ROWS>1830</ROWS>
    <NCOLS>1830</NCOLS>
  </Size>
  + <Geoposition resolution="10">
  - <Geoposition resolution="20">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9800020</JULY>
    <XDIM>20</XDIM>
    <YDIM>-20</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="60">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9800020</JULY>
    <XDIM>60</XDIM>
    <YDIM>-60</YDIM>
  </Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
  - <Mean_Sun_Angle>
    <ZENITH_ANGLE unit="deg">25.0512830851333</ZENITH_ANGLE>
    <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">130.419265111668</AZIMUTH_ANGLE>
  </Mean_Sun_Angle>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
```

Metadata Citra Sentinel 2A 2 Februari 2016 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd /dpc/app/12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_MTI_20160202T090841_A003203_T51MUS_N02.01</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_MTI_20160202T090841_S20160202T021817_N02.01</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-02-02T02:18:17.260Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>MTI</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-02-02T10:33:45.591692Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    - <Size resolution="10">
      <NROWS>10980</NROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="20">
      <NROWS>5490</NROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="60">
      <NROWS>1830</NROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    - <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
  - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    - <Sun_Angles_Grid>
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Sun_Angles_Grid>
    - <Mean_Sun_Angle>
      <ZENITH_ANGLE unit="deg">29.9417964602553</ZENITH_ANGLE>
      <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">119.308065191653</AZIMUTH_ANGLE>
    </Mean_Sun_Angle>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="1">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="1">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 2 Februari 2016 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xmlns:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160202T090800_A003203_T51MUT_N02.01</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20160202T090800_S20160202T0213:
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-02-02T02:13:39.462Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-02-02T10:27:03.17544Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
  - <Size resolution="10">
    <NROWS>10980</NROWS>
    <NCOLS>10980</NCOLS>
  </Size>
  + <Size resolution="20">
  - <Size resolution="60">
    <NROWS>1830</NROWS>
    <NCOLS>1830</NCOLS>
  </Size>
  - <Geoposition resolution="10">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9800020</ULY>
    <XDIM>10</XDIM>
    <YDIM>-10</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="20">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9800020</ULY>
    <XDIM>20</XDIM>
    <YDIM>-20</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="60">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9800020</ULY>
    <XDIM>60</XDIM>
    <YDIM>-60</YDIM>
  </Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
  - <Mean_Sun_Angle>
    <ZENITH_ANGLE unit="deg">30.4456362630161</ZENITH_ANGLE>
    <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">120.60672542717</AZIMUTH_ANGLE>
  </Mean_Sun_Angle>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="7">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="7">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
```

Metadata Citra Sentinel-2A 3 Maret 2016 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd /
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160303T091002_A003632_T51MUS_N02.01</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS_20160303T091002_S20160303T02133</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-03-03T02:13:38.455Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-03-03T10:33:20.677772Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
  - <Size resolution="10">
    <ROWS>10980</ROWS>
    <NCOLS>10980</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="20">
    <ROWS>5490</ROWS>
    <NCOLS>5490</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="60">
    <ROWS>1830</ROWS>
    <NCOLS>1830</NCOLS>
  </Size>
  - <Geoposition resolution="10">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>10</XDIM>
    <YDIM>-10</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="20">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>20</XDIM>
    <YDIM>-20</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="60">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>60</XDIM>
    <YDIM>-60</YDIM>
  </Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Values_List>
    </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Values_List>
    </Azimuth>
  </Sun_Angles_Grid>
- <Mean_Sun_Angle>
  <ZENITH_ANGLE unit="deg">26.7852490152028</ZENITH_ANGLE>
  <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">98.5200196431057</AZIMUTH_ANGLE>
</Mean_Sun_Angle>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Values_List>
  </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Values_List>
  </Azimuth>
</Viewing_Incidence_Angles_Grids>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Values_List>
  </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Values_List>
  </Azimuth>
</Viewing_Incidence_Angles_Grids>
```

Metadata Citra Sentinel-2A 3 Maret 2016 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <TILE_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160303T091002_A003632_T51MUT_N02.
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20160303T091002_S20160303T
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-03-03T02:13:38.455Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-03-03T10:27:30.705514Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    - <Size resolution="10">
      <NROWS>10980</NROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="20">
      <NROWS>5490</NROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="60">
      <NROWS>1830</NROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    - <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
    </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
    </Azimuth>
  </Sun_Angles_Grid>
- <Mean_Sun_Angle>
  <ZENITH_ANGLE unit="deg">26.9922200988694</ZENITH_ANGLE>
  <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">100.264145794417</AZIMUTH_ANGLE>
</Mean_Sun_Angle>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Azimuth>
</Viewing_Incidence_Angles_Grids>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
```

Metadata Citra Sentinel-2A 30 Agustus 2016 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/52_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/52_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160830T071207_A006206_T51MUS_N02.04</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20160830T071207_520160830T021</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-08-30T02:13:45.456Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-08-30T08:10:57.012784Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
  - <Size resolution="10">
    <NROWS>10980</NROWS>
    <NCOLS>10980</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="20">
    <NROWS>5490</NROWS>
    <NCOLS>5490</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="60">
    <NROWS>1830</NROWS>
    <NCOLS>1830</NCOLS>
  </Size>
  - <Geoposition resolution="10">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>10</XDIM>
    <YDIM>-10</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="20">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>20</XDIM>
    <YDIM>-20</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="60">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>60</XDIM>
    <YDIM>-60</YDIM>
  </Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
  - <Mean_Sun_Angle>
    <ZENITH_ANGLE unit="deg">26.6410279153882</ZENITH_ANGLE>
    <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">62.8178326970338</AZIMUTH_ANGLE>
  </Mean_Sun_Angle>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
    - <Zenith>
```

Metadata Citra Sentinel-2A 30 Agustus 2016 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160830T071207_A006206_T51MUT_N02.04</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS_20160830T071207_S20160830T0213</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-08-30T02:13:45.456Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-08-30T08:08:41.45945Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    <Size resolution="10">
      <NROWS>10980</NROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    <Size resolution="20">
      <NROWS>5490</NROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    <Size resolution="60">
      <NROWS>1830</NROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
  - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    - <Sun_Angles_Grid>
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Sun_Angles_Grid>
    - <Mean_Sun_Angle>
      <ZENITH_ANGLE unit="deg">26.2935162428068</ZENITH_ANGLE>
      <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">64.5028603392763</AZIMUTH_ANGLE>
    </Mean_Sun_Angle>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
```

Metadata Citra Sentinel-2A 29 Oktober 2016 T51MUS

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/PSD_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd"
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  <n1:General_Info>
    <Title_Geocoding metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20161029T085846_A007064_T51MUS_N02.04</Title_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS_20161029T085846_S20161029T071013</DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-10-29T02:13:41.461Z</SENSING_TIME>
    <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
      <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
      <ARCHIVING_TIME>2016-10-29T10:19:44.684904Z</ARCHIVING_TIME>
    </Archiving_Info>
  </n1:General_Info>
  <n1:Geometric_Info>
    <Title_Geocoding metadataLevel="Brief">
      <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
      <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    </Title_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <Size resolution="10">
      <NRROWS>10980</NRROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size resolution="10">
    <Size resolution="20">
      <NRROWS>5490</NRROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size resolution="20">
    <Size resolution="60">
      <NRROWS>1830</NRROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size resolution="60">
    <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition resolution="10">
    <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition resolution="20">
    <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition resolution="60">
    </Tile_Geocoding>
    <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
      <Sun_Angles_Grid>
        <Zenith>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
            </Zenith>
          </Zenith>
          <Azimuth>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
            </Azimuth>
          </Azimuth>
        </Sun_Angles_Grid>
        <Mean_Sun_Angle>
          <ZENITH_ANGLE unit="deg">21.9544816164314</ZENITH_ANGLE>
          <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">119.245935091585</AZIMUTH_ANGLE>
        </Mean_Sun_Angle>
        <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
          <Zenith>
            <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
            <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
            + <Values_List>
              </Zenith>
            </Zenith>
            <Azimuth>
            <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
            <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
            + <Values_List>
              </Azimuth>
            </Azimuth>
          </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
          <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
            <Zenith>
            <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
            <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
            + <Values_List>
              </Zenith>
            </Zenith>
            <Azimuth>
            <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
            <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
            + <Values_List>
              </Azimuth>
            </Azimuth>
          </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
        </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
      </Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    </Tile_Geocoding>
  </n1:Geometric_Info>
</12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd>
```


Metadata Citra Sentinel-2A 29 Oktober 2016 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20161029T085846_A007064_T51MUT_N02.04</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS_20161029T085846_S20161029T021</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-10-29T02:13:41.461Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-10-29T10:18:46.882946Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    <Size resolution="10">
      <NRROWS>10980</NRROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    <Size resolution="20">
      <NRROWS>5490</NRROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    <Size resolution="60">
      <NRROWS>1830</NRROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
  - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    - <Sun_Angles_Grid>
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Values_List>
      </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
    - <Mean_Sun_Angle>
      <ZENITH_ANGLE unit="deg">22.4610916538043</ZENITH_ANGLE>
      <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">121.090913861708</AZIMUTH_ANGLE>
    </Mean_Sun_Angle>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Values_List>
      </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
        </Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
      - <Zenith>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 8 Desember 2016 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata:12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20161208T085759_A007636_T51MUS_N02</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20161208T085759_S20161208T085759</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-12-08T02:14:46.395Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2016-12-08T10:16:08.303182Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
  </n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    - <Size resolution="10">
      <NROWS>10980</NROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="20">
      <NROWS>5490</NROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="60">
      <NROWS>1830</NROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    - <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9700000</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
  - <Mean_Sun_Angle>
    <ZENITH_ANGLE unit="deg">28.6660595644464</ZENITH_ANGLE>
    <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">134.79836236144</AZIMUTH_ANGLE>
  </Mean_Sun_Angle>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
    </Azimuth>
  </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
```

Metadata Citra Sentinel 2A 8 Desember 2016 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata/12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20161208T085759_A007636_T51MUT_N0
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20161208T085759_S20161208
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2016-12-08T02:14:46.395Z</SENSING_TIME>
    - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
      <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
      <ARCHIVING_TIME>2016-12-08T10:17:50.112207Z</ARCHIVING_TIME>
    </Archiving_Info>
  </n1:General_Info>
  - <n1:Geometric_Info>
    - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
      <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
      <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
      - <Size resolution="10">
        <NRROWS>10980</NRROWS>
        <NCOLS>10980</NCOLS>
      </Size>
      - <Size resolution="20">
        <NRROWS>5490</NRROWS>
        <NCOLS>5490</NCOLS>
      </Size>
      - <Size resolution="60">
        <NRROWS>1830</NRROWS>
        <NCOLS>1830</NCOLS>
      </Size>
      - <Geoposition resolution="10">
        <ULX>300000</ULX>
        <ULY>9800020</ULY>
        <XDIM>10</XDIM>
        <YDIM>-10</YDIM>
      </Geoposition>
      - <Geoposition resolution="20">
        <ULX>300000</ULX>
        <ULY>9800020</ULY>
        <XDIM>20</XDIM>
        <YDIM>-20</YDIM>
      </Geoposition>
      - <Geoposition resolution="60">
        <ULX>300000</ULX>
        <ULY>9800020</ULY>
        <XDIM>60</XDIM>
        <YDIM>-60</YDIM>
      </Geoposition>
    </Tile_Geocoding>
    - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
      - <Sun_Angles_Grid>
        - <Zenith>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
        </Zenith>
        - <Azimuth>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Sun_Angles_Grid>
      - <Mean_Sun_Angle>
        <ZENITH_ANGLE unit="deg">29.3517363194959</ZENITH_ANGLE>
        <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">135.871152693239</AZIMUTH_ANGLE>
      </Mean_Sun_Angle>
      - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
        - <Zenith>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
        </Zenith>
        - <Azimuth>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
          + <Values_List>
        </Azimuth>
      </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
      - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
        - <Zenith>
          <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
          <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        </Zenith>
      </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
    </Tile_Angles>
  </n1:Geometric_Info>
</n1:Level-1C_Tile_ID>
</n1:Level-1C_Tile_ID>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 16 Februari 2017 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20170216T085652_A008637_T51MUS_N02.04</Tile_ID>
    <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20170216T085652_S20170216T0213</DATASTRIP_ID>
    <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
    <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2017-02-16T02:13:38.462Z</SENSING_TIME>
  - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
    <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
    <ARCHIVING_TIME>2017-02-16T09:39:41.402227Z</ARCHIVING_TIME>
  </Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
  - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
    <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
    <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
  - <Size resolution="10">
    <NROWS>10980</NROWS>
    <NCOLS>10980</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="20">
    <NROWS>5490</NROWS>
    <NCOLS>5490</NCOLS>
  </Size>
  - <Size resolution="60">
    <NROWS>1830</NROWS>
    <NCOLS>1830</NCOLS>
  </Size>
  - <Geoposition resolution="10">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>10</XDIM>
    <YDIM>-10</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="20">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>20</XDIM>
    <YDIM>-20</YDIM>
  </Geoposition>
  - <Geoposition resolution="60">
    <ULX>300000</ULX>
    <ULY>9700000</ULY>
    <XDIM>60</XDIM>
    <YDIM>-60</YDIM>
  </Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
  - <Sun_Angles_Grid>
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Sun_Angles_Grid>
  - <Mean_Sun_Angle>
    <ZENITH_ANGLE unit="deg">28.4118868848441</ZENITH_ANGLE>
    <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">110.174998592146</AZIMUTH_ANGLE>
  </Mean_Sun_Angle>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Zenith>
    - <Azimuth>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
      + <Values_List>
      </Azimuth>
    </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
  - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
    - <Zenith>
      <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
      <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 16 Februari 2017 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
  - <n1:General_Info>
    - <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20170216T085652_A008637_T51MUT_N02.04<
      <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS_20170216T085652_S20170216T021:
      <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
      <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2017-02-16T02:13:38.462Z</SENSING_TIME>
    - <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
      <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
      <ARCHIVING_TIME>2017-02-16T09:38:26.45183Z</ARCHIVING_TIME>
    </Archiving_Info>
  </n1:General_Info>
  - <n1:Geometric_Info>
    - <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
      <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
      <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
    - <Size resolution="10">
      <NRROWS>10980</NRROWS>
      <NCOLS>10980</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="20">
      <NRROWS>5490</NRROWS>
      <NCOLS>5490</NCOLS>
    </Size>
    - <Size resolution="60">
      <NRROWS>1830</NRROWS>
      <NCOLS>1830</NCOLS>
    </Size>
    - <Geoposition resolution="10">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>10</XDIM>
      <YDIM>-10</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="20">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>20</XDIM>
      <YDIM>-20</YDIM>
    </Geoposition>
    - <Geoposition resolution="60">
      <ULX>300000</ULX>
      <ULY>9800020</ULY>
      <XDIM>60</XDIM>
      <YDIM>-60</YDIM>
    </Geoposition>
  </Tile_Geocoding>
  - <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
    - <Sun_Angles_Grid>
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
          </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
          </Azimuth>
      </Sun_Angles_Grid>
    - <Mean_Sun_Angle>
      <ZENITH_ANGLE unit="deg">28.7912514823425</ZENITH_ANGLE>
      <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">111.688546546499</AZIMUTH_ANGLE>
    </Mean_Sun_Angle>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
          </Zenith>
      - <Azimuth>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
        + <Values_List>
          </Azimuth>
      </Viewing_Incidence_Angles_Grids>
    - <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
      - <Zenith>
        <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
        <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 17 April 2017 T51MUS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd /dj
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
- <n1:General_Info>
  <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20170417T085957_A009495_T51MUS_N02.04</Tile_ID>
  <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20170417T085957_520170417T021431</DATASTRIP_ID>
  <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
  <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2017-04-17T02:14:31.363Z</SENSING_TIME>
- <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
  <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
  <ARCHIVING_TIME>2017-04-17T09:34:19.095825Z</ARCHIVING_TIME>
</Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
- <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
  <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
  <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
- <Size resolution="10">
  <NROWS>10980</NROWS>
  <NCOLS>10980</NCOLS>
</Size>
- <Size resolution="20">
  <NROWS>5490</NROWS>
  <NCOLS>5490</NCOLS>
</Size>
- <Size resolution="60">
  <NROWS>1830</NROWS>
  <NCOLS>1830</NCOLS>
</Size>
- <Geoposition resolution="10">
  <ULX>300000</ULX>
  <ULY>9700000</ULY>
  <XDIM>10</XDIM>
  <YDIM>-10</YDIM>
</Geoposition>
- <Geoposition resolution="20">
  <ULX>300000</ULX>
  <ULY>9700000</ULY>
  <XDIM>20</XDIM>
  <YDIM>-20</YDIM>
</Geoposition>
- <Geoposition resolution="60">
  <ULX>300000</ULX>
  <ULY>9700000</ULY>
  <XDIM>60</XDIM>
  <YDIM>-60</YDIM>
</Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
- <Sun_Angles_Grid>
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Zenith>
  + <Azimuth>
</Sun_Angles_Grid>
- <Mean_Sun_Angle>
  <ZENITH_ANGLE unit="deg">27.1712947793008</ZENITH_ANGLE>
  <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">59.4000340486527</AZIMUTH_ANGLE>
</Mean_Sun_Angle>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Azimuth>
</Viewing_Incidence_Angles_Grids>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
  - <Zenith>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
    <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
    + <Values_List>
  </Zenith>
  - <Azimuth>
    <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
```

Metadata Citra Sentinel 2A 17 April 2017 T51MUT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <n1:Level-1C_Tile_ID xsi:schemaLocation="https://psd-12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd
12.sentinel2.eo.esa.int/PSD/S2_PDI_Level-1C_Tile_Metadata.xsd">
- <n1:General_Info>
- <Tile_ID metadataLevel="Brief">S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20170417T085957_A009495_T51MUT_N02.04</Tile_ID>
- <DATASTRIP_ID metadataLevel="Standard">S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20170417T085957_S20170417T0214</DATASTRIP_ID>
- <DOWNLINK_PRIORITY metadataLevel="Standard">NOMINAL</DOWNLINK_PRIORITY>
- <SENSING_TIME metadataLevel="Standard">2017-04-17T02:14:31.363Z</SENSING_TIME>
- <Archiving_Info metadataLevel="Expertise">
- <ARCHIVING_CENTRE>SGS</ARCHIVING_CENTRE>
- <ARCHIVING_TIME>2017-04-17T09:33:20.6721Z</ARCHIVING_TIME>
</Archiving_Info>
</n1:General_Info>
- <n1:Geometric_Info>
- <Tile_Geocoding metadataLevel="Brief">
- <HORIZONTAL_CS_NAME>WGS84 / UTM zone 51S</HORIZONTAL_CS_NAME>
- <HORIZONTAL_CS_CODE>EPSG:32751</HORIZONTAL_CS_CODE>
- <Size resolution="10">
- <NROWS>10980</NROWS>
- <NCOLS>10980</NCOLS>
</Size>
- <Size resolution="20">
- <NROWS>5490</NROWS>
- <NCOLS>5490</NCOLS>
</Size>
- <Size resolution="60">
- <NROWS>1830</NROWS>
- <NCOLS>1830</NCOLS>
</Size>
- <Geoposition resolution="10">
- <ULX>300000</ULX>
- <ULY>9800020</ULY>
- <XDIM>10</XDIM>
- <YDIM>-10</YDIM>
</Geoposition>
- <Geoposition resolution="20">
- <ULX>300000</ULX>
- <ULY>9800020</ULY>
- <XDIM>20</XDIM>
- <YDIM>-20</YDIM>
</Geoposition>
- <Geoposition resolution="60">
- <ULX>300000</ULX>
- <ULY>9800020</ULY>
- <XDIM>60</XDIM>
- <YDIM>-60</YDIM>
</Geoposition>
</Tile_Geocoding>
- <Tile_Angles metadataLevel="Standard">
- <Sun_Angles_Grid>
- <Zenith>
- <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
- <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
- <Values_List>
- </Zenith>
- <Azimuth>
- <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
- <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
- <Values_List>
- </Azimuth>
</Sun_Angles_Grid>
- <Mean_Sun_Angle>
- <ZENITH_ANGLE unit="deg">26.7738341592576</ZENITH_ANGLE>
- <AZIMUTH_ANGLE unit="deg">61.0045468431934</AZIMUTH_ANGLE>
</Mean_Sun_Angle>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="1" bandId="0">
- <Zenith>
- <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
- <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
- <Values_List>
- </Zenith>
- <Azimuth>
- <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
- <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
- <Values_List>
- </Azimuth>
</Viewing_Incidence_Angles_Grids>
- <Viewing_Incidence_Angles_Grids detectorId="2" bandId="0">
- <Zenith>
- <COL_STEP unit="m">5000</COL_STEP>
- <ROW_STEP unit="m">5000</ROW_STEP>
```

Metadata Citra Landsat 8 Tanggal Perekaman 8 Desember 2016

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0701612198372_00006"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LC81130622016343LGN00"
    FILE_DATE = 2016-12-20T10:26:13Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.6.2"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
  GROUP = PRODUCT_METADATA
    DATA_TYPE = "L1T"
    ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
    OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
    SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
    SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
    WRS_PATH = 113
    WRS_ROW = 62
    NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
    TARGET_WRS_PATH = 113
    TARGET_WRS_ROW = 62
    DATE_ACQUIRED = 2016-12-08
    SCENE_CENTER_TIME = "02:03:58.5516560Z"
    CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -1.84419
    CORNER_UL_LON_PRODUCT = 120.73297
    CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -1.84563
    CORNER_UR_LON_PRODUCT = 122.77971
    CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -3.94598
    CORNER_LL_LON_PRODUCT = 120.72879
    CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -3.94906
    CORNER_LR_LON_PRODUCT = 122.77930
    CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 247800.000
    CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -204000.000
    CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 475500.000
    CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -204000.000
    CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 247800.000
    CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -436500.000
    CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 475500.000
    CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -436500.000
    PANCHROMATIC_LINES = 15501
    PANCHROMATIC_SAMPLES = 15181
    REFLECTIVE_LINES = 7751
    REFLECTIVE_SAMPLES = 7591
    THERMAL_LINES = 7751
    THERMAL_SAMPLES = 7591
    FILE_NAME_BAND_1 = "LC81130622016343LGN00_B1.TIF"
    FILE_NAME_BAND_2 = "LC81130622016343LGN00_B2.TIF"
    FILE_NAME_BAND_3 = "LC81130622016343LGN00_B3.TIF"
```



```
FILE_NAME_BAND_4 = "LC81130622016343LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 = "LC81130622016343LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 = "LC81130622016343LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 = "LC81130622016343LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 = "LC81130622016343LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 = "LC81130622016343LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 = "LC81130622016343LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 = "LC81130622016343LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY = "LC81130622016343LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME = "LC81130622016343LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI = "L08BPF20161208014501_20161208022252.01"
BPF_NAME_TIRS = "LT8BPF20161204000523_20161214083706.01"
CPF_NAME = "L8CPF20161001_20161231.02"
RLUT_FILE_NAME = "L8RLUT20150303_20431231v11.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 47.95
CLOUD_COVER_LAND = 39.13
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_MODEL = "FINAL"
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 131.18819344
SUN_ELEVATION = 58.51010833
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9850174
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 86
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.033
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.067
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.265
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 37
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 8.600
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 783.36041
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -64.69016
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 802.17059
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -66.24351
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 739.19336
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -61.04283
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 623.32947
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -51.47475
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 381.44656
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -31.49998
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 94.86229
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.83376
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.97367
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.64040
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 705.43738
```

```

RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -58.25525
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 149.07796
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.31091
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535

```

```

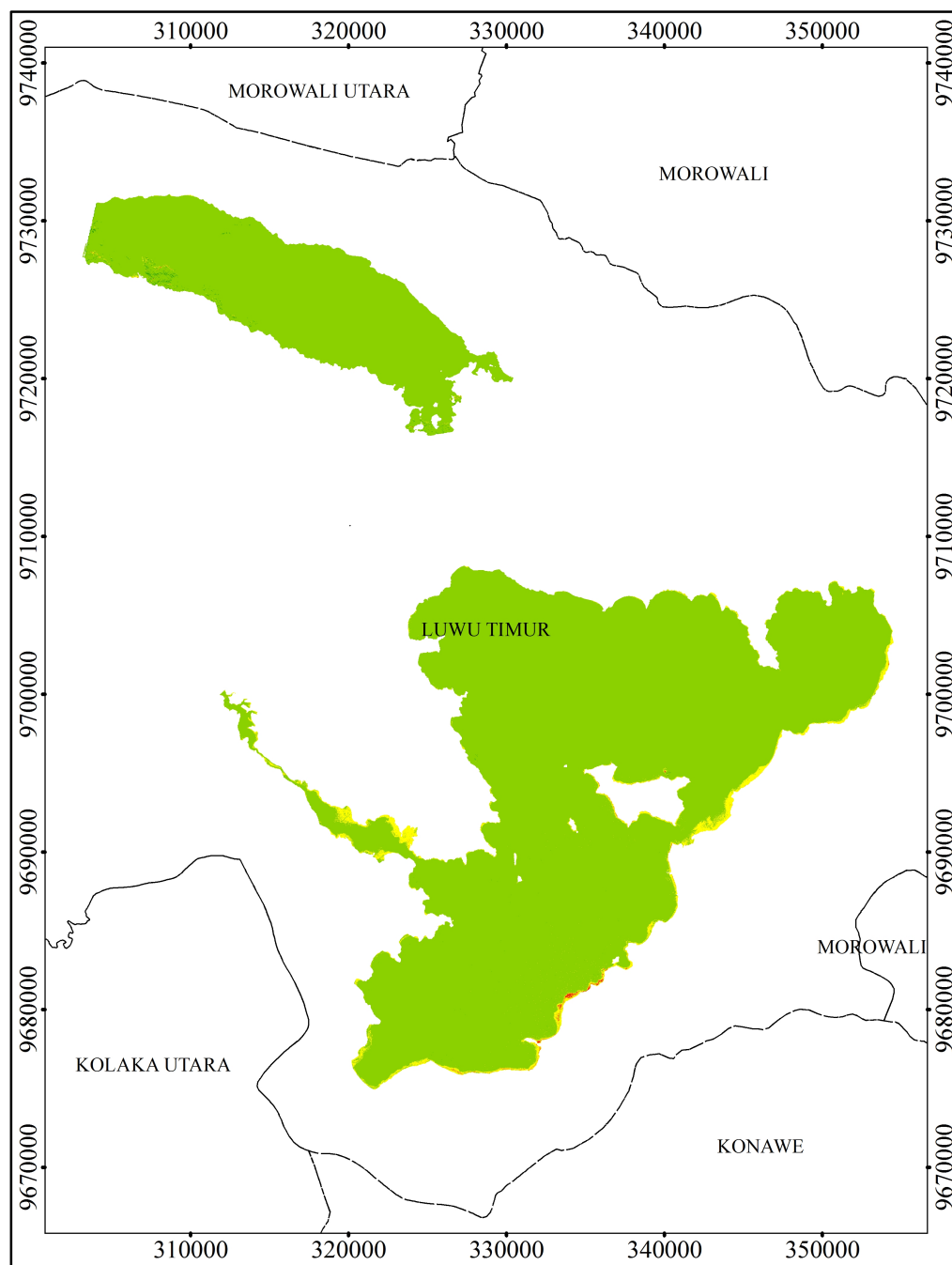
    QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
    RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2941E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3251E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.2211E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0297E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.3013E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5671E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.2818E-04
    RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1653E-02
    RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4627E-03
    RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
    RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
    RADIANCE_ADD_BAND_1 = -64.70310
    RADIANCE_ADD_BAND_2 = -66.25676
    RADIANCE_ADD_BAND_3 = -61.05504
    RADIANCE_ADD_BAND_4 = -51.48505
    RADIANCE_ADD_BAND_5 = -31.50628
    RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.83533
    RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.64092
    RADIANCE_ADD_BAND_8 = -58.26690
    RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.31337
    RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
    RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
    REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
    REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
    REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
    K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
    K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
    K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
    K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS

```

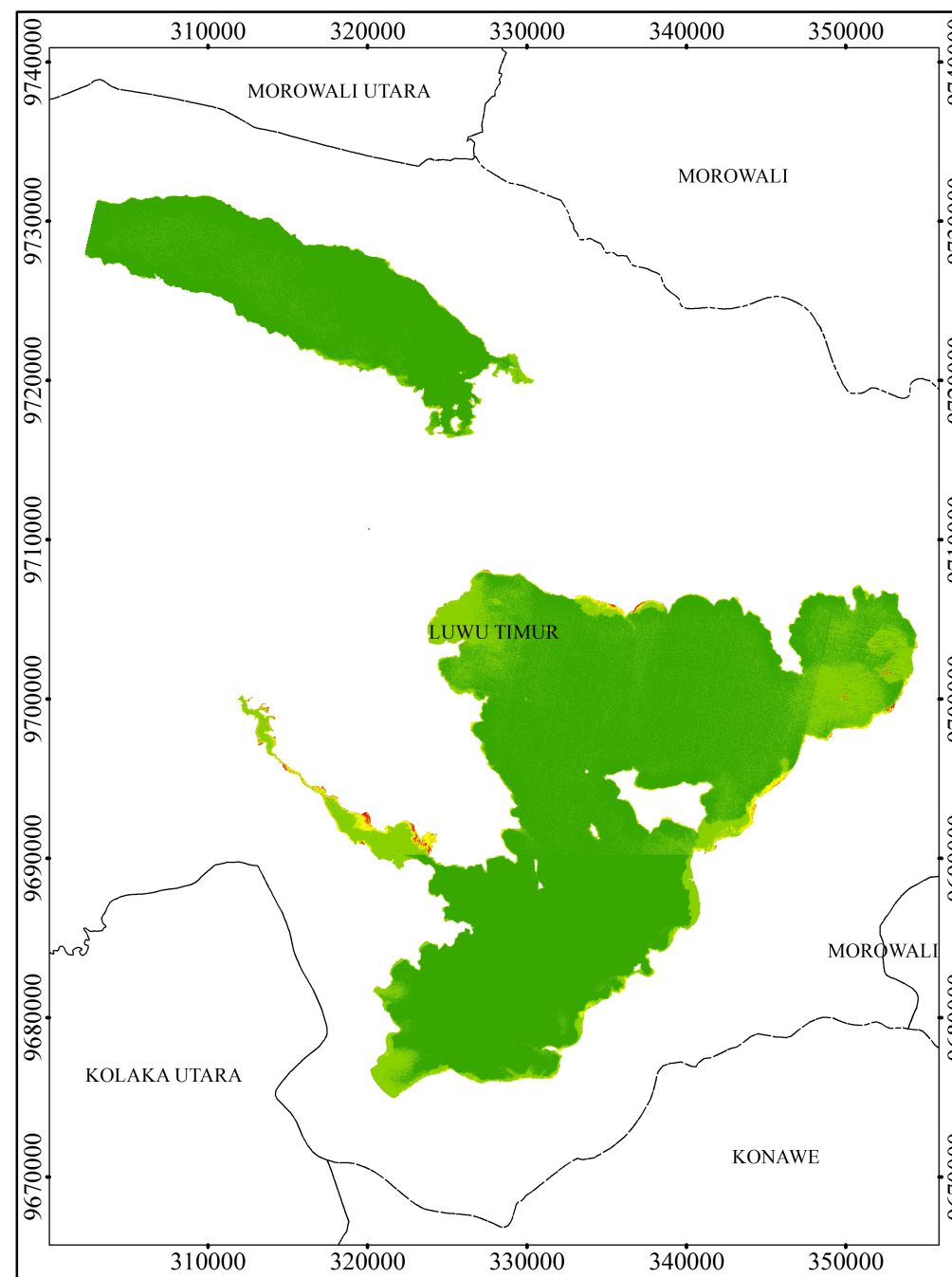
```
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 51
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH_UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

PETA SEBARAN TSS

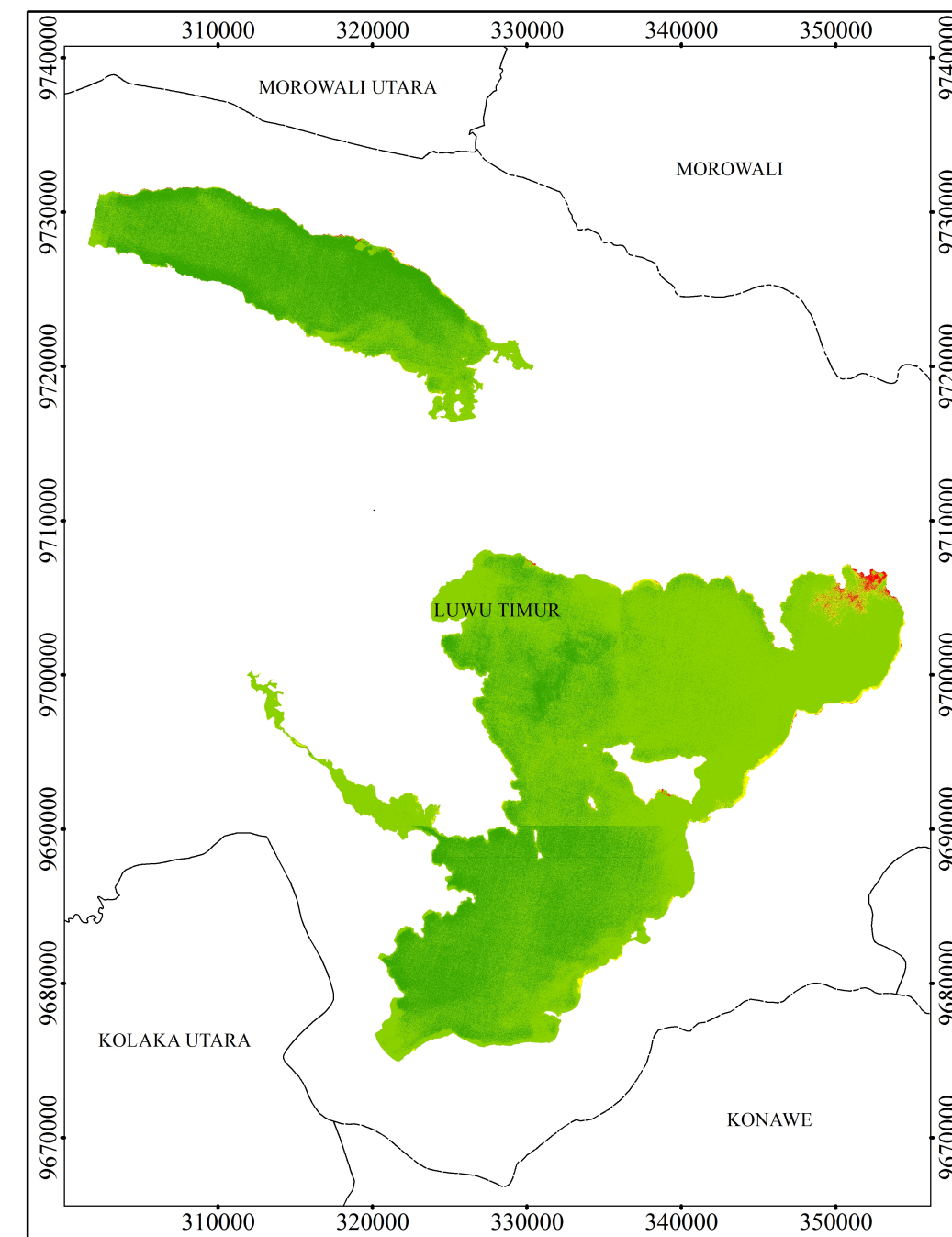
DANAU MATANO DAN TOWUTI, SULAWESI SELATAN



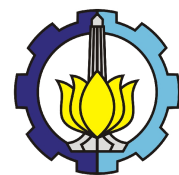
14 NOPEMBER 2015



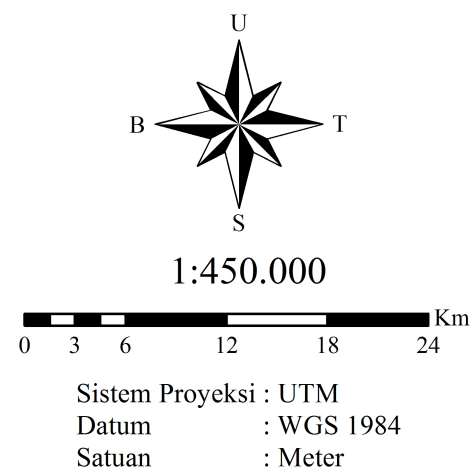
30 AGUSTUS 2016



17 APRIL 2017

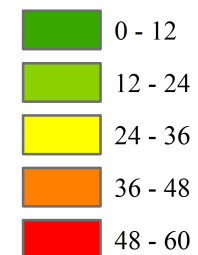


DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

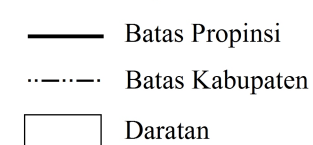


LEGENDA :

TSS



Batas Wilayah



Dibuat oleh:
Rossita Yuli Ratnaningsih (3513100037)

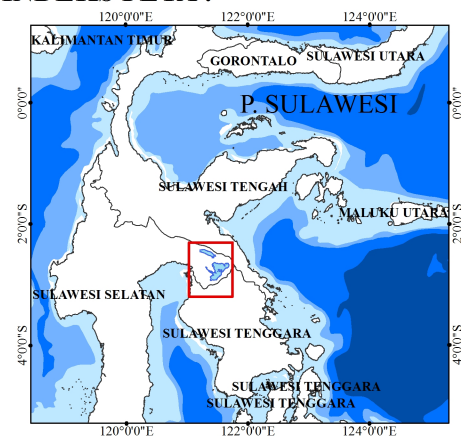
Dosen Pembimbing:
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D

Tanggal Pembuatan:
27 Juli 2017

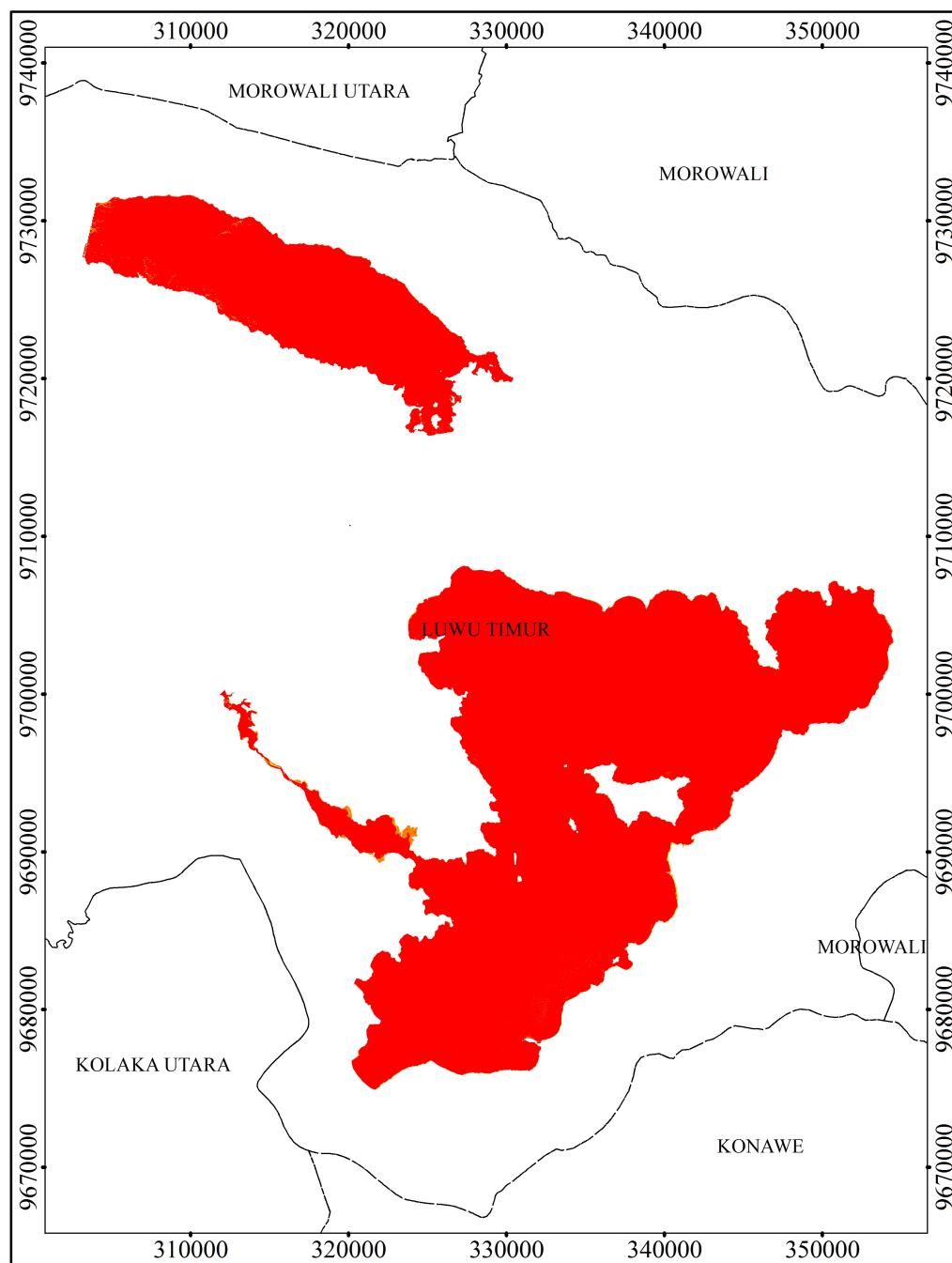
Sumber:

1. Citra Satelit Sentinel-2A 14 November 2015
2. Citra Satelit Sentinel-2A 30 Agustus 2016
3. Citra Satelit Sentinel-2A 17 April 2017
4. Peta RBI Bakosurtanal 1:25000 Tahun 2000

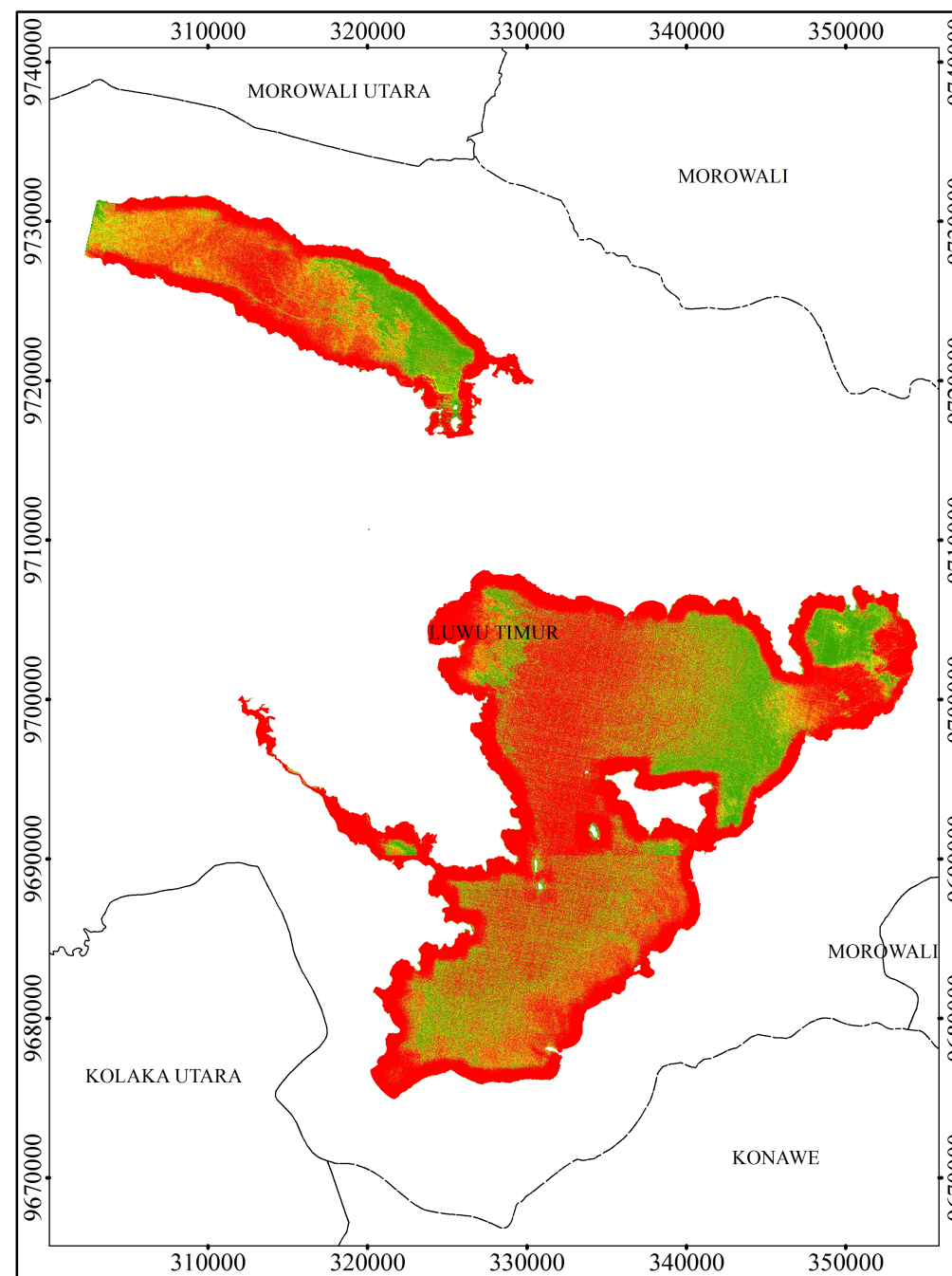
INDEKS PETA :



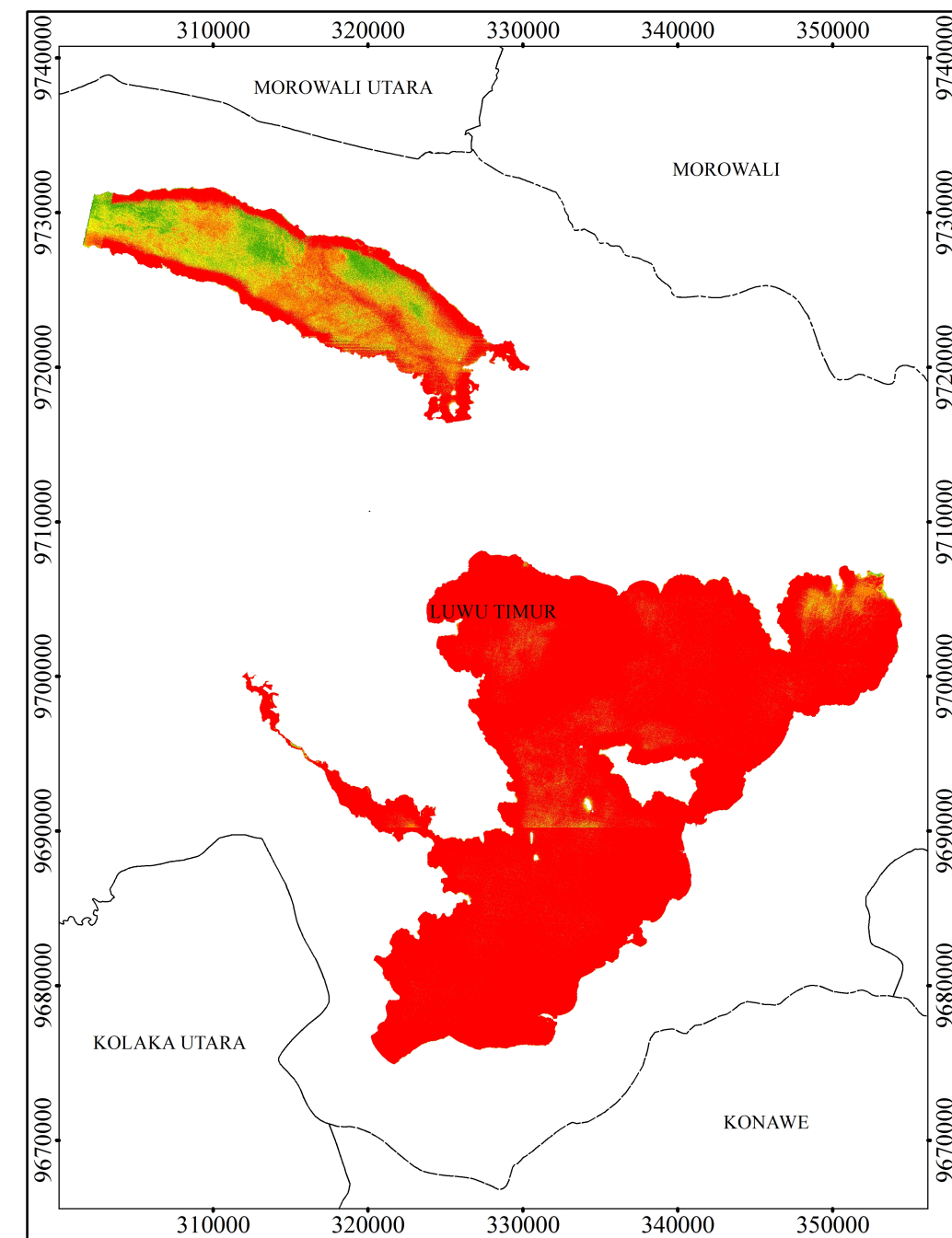
PETA SEBARAN CHL-A DANAU MATANO DAN TOWUTI, SULAWESI SELATAN



14 NOPEMBER 2015



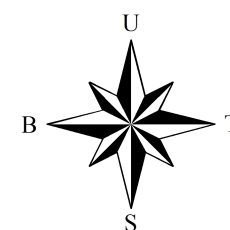
30 AGUSTUS 2016



17 APRIL 2017



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



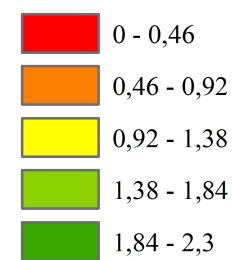
1:450.000

0 3.25 6.5 13 19.5 26 Km

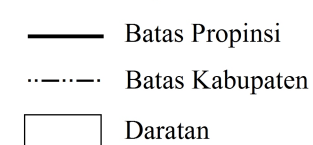
Sistem Proyeksi : UTM
Datum : WGS 1984
Satuan : Meter

LEGENDA :

Chl-A



Batas Wilayah



Dibuat oleh:
Rossita Yuli Ratnaningsih (3513100037)

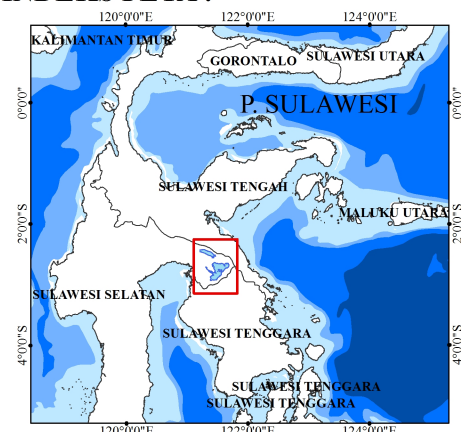
Dosen Pembimbing:
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D

Tanggal Pembuatan:
27 Juli 2017

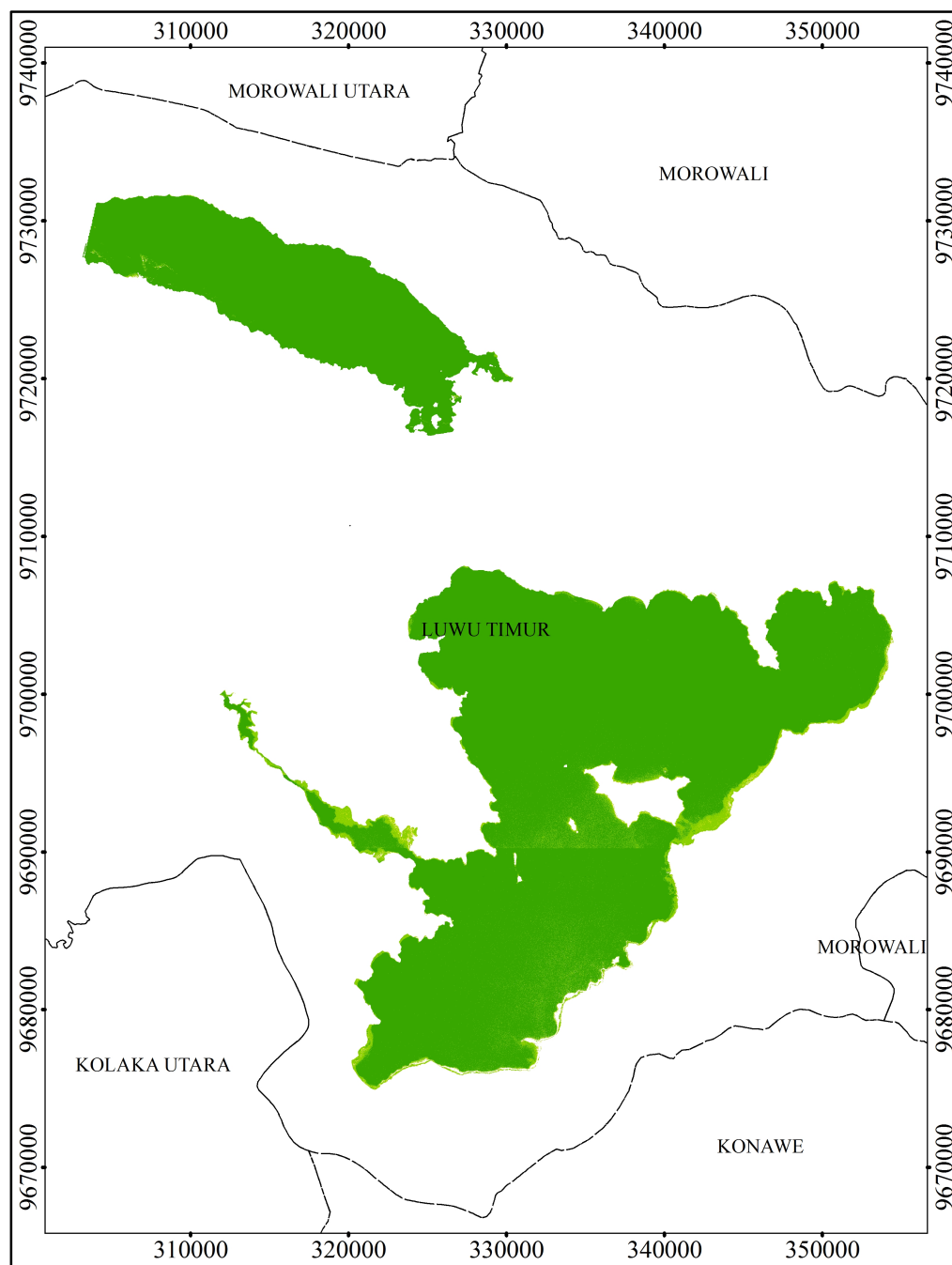
Sumber:

1. Citra Satelit Sentinel-2A 14 November 2015
2. Citra Satelit Sentinel-2A 30 Agustus 2016
3. Citra Satelit Sentinel-2A 17 April 2017
4. Peta RBI Bakosurtanal 1:25000 Tahun 2000

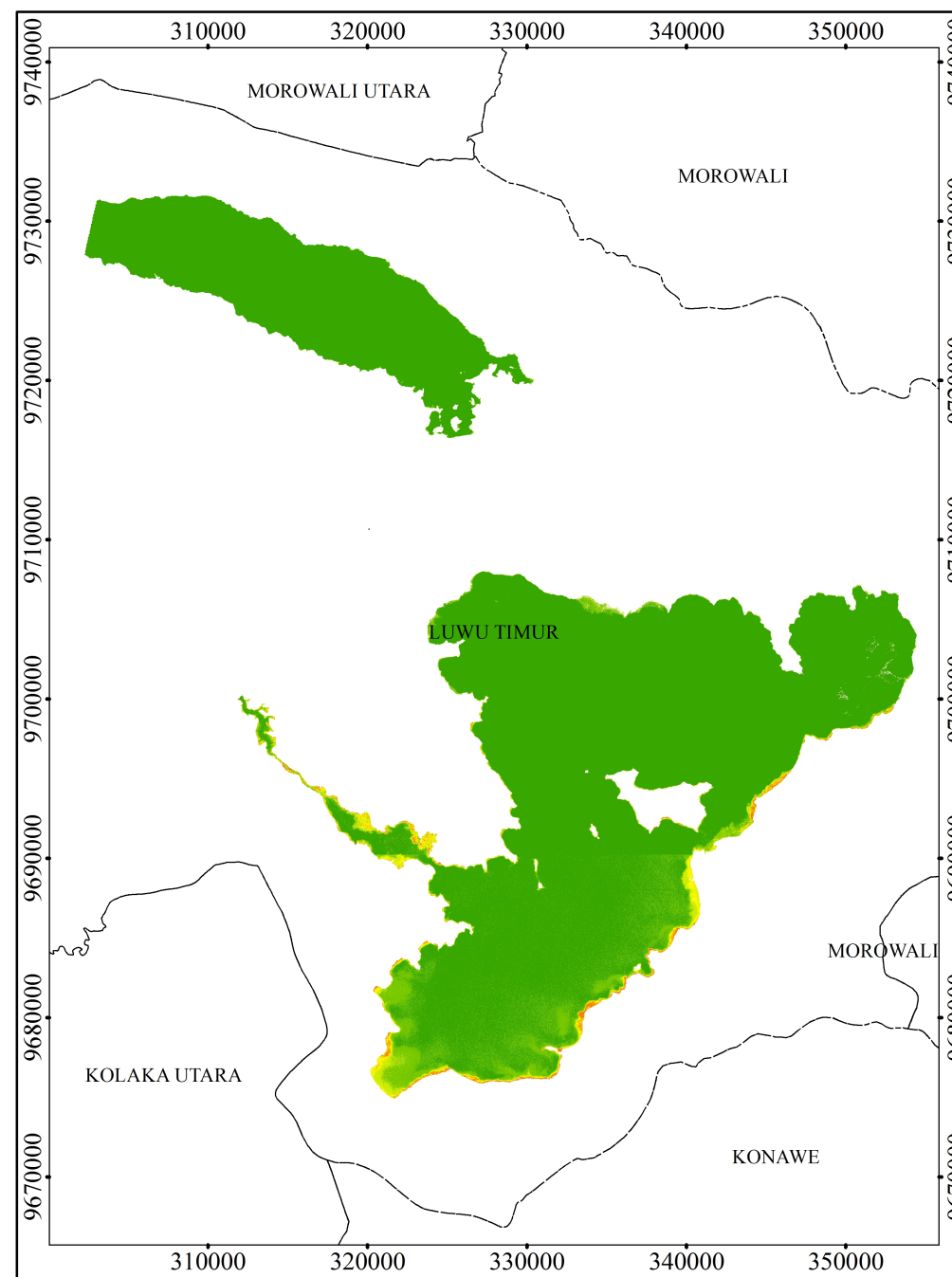
INDEKS PETA :



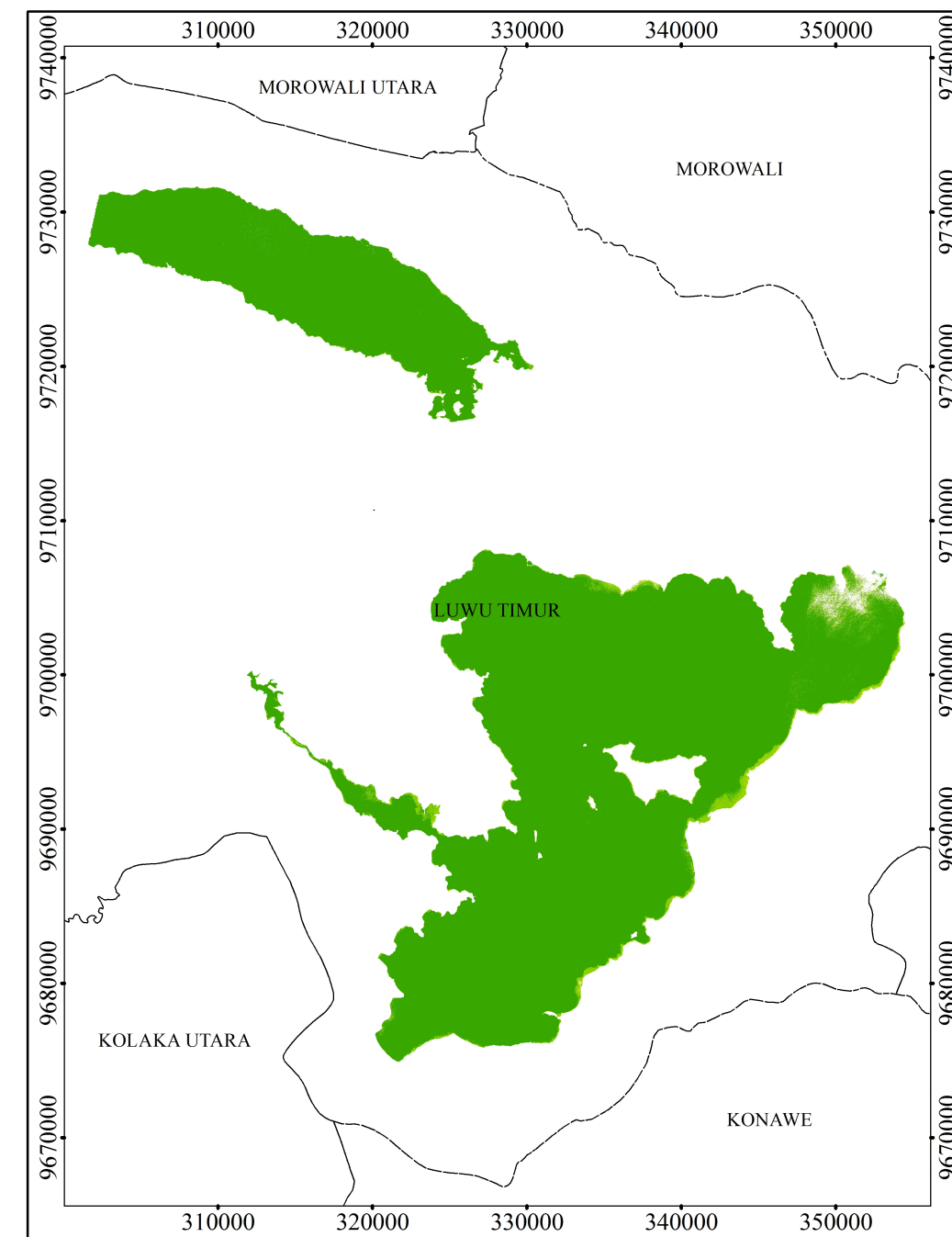
PETA SEBARAN CDOM DANAU MATANO DAN TOWUTI, SULAWESI SELATAN



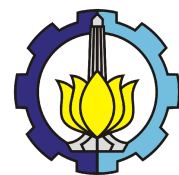
14 NOPEMBER 2015



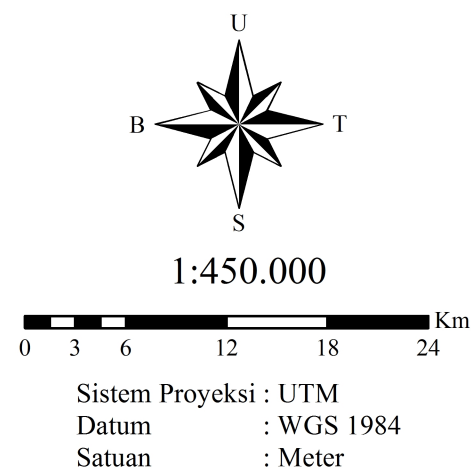
30 AGUSTUS 2016



17 APRIL 2017

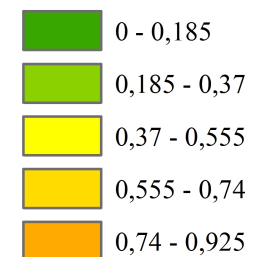


**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

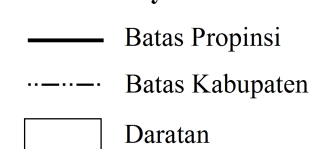


LEGENDA :

CDOM



Batas Wilayah



Dibuat oleh:
Rossita Yuli Ratnaningsih (3513100037)

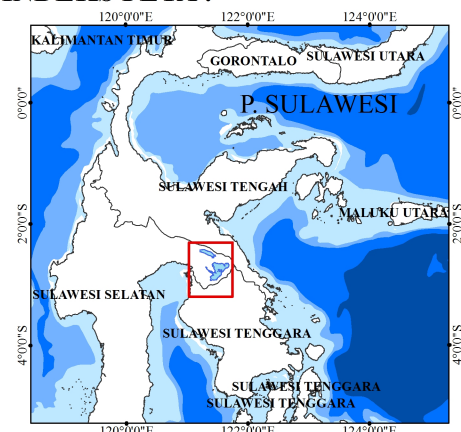
Dosen Pembimbing:
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D

Tanggal Pembuatan:
27 Juli 2017

Sumber:

1. Citra Satelit Sentinel-2A 14 November 2015
2. Citra Satelit Sentinel-2A 30 Agustus 2016
3. Citra Satelit Sentinel-2A 17 April 2017
4. Peta RBI Bakosurtanal 1:25000 Tahun 2000

INDEKS PETA :



BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Ngawi, 10 Juli 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Darma Wanita, SDN Cangakan 1, kemudian SMP Negeri 2 Ngawi dan SMA Negeri 2 Ngawi. Setelah lulus dari SMA memilih melanjutkan pendidikan di jenjang perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan mengikuti program SNMPTN dan diterima di Teknik Geomatika – FTSP, ITS pada tahun 2013 terdaftar dengan NRP 3513100037. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif dalam kegiatan komunitas kerohanian di kampus yaitu KOGASE (Komunitas Gaul Sehat dan Syar'i). Sebagai bentuk ketertarikannya pada geospasial, dalam pembuatan Tugas Akhir penulis memilih judul “Analisis Distribusi Spasial dan Temporal Parameter Kualitas Perairan Darat Menggunakan Data Sentinel-2A (Studi Kasus: Danau Matano dan Towuti, Sulawesi Selatan)” sebagai syarat dalam penyelesaian studi di jenjang Strata 1.